

Katedra: Katedra geografie
Studijní program: Geografie
Studijní obor: Aplikovaná geografie

Indikace kontaminace ovzduší bioindikační
metodou v modelu území města Liberce
Indication of contamination environment air by
bioindication method in model of urban area
Liberec

Bakalářská práce: 006–FP–KGE–12

Autor:
Pavel ŠMÍD

Podpis:

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Hubert Hilbert, Ph.D

Konzultant: Mgr. Jiří Šmída, Ph.D., Ing. Jana Kučerová, Ph.D.

Počet

stran	Grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
69	12	12	17	26	1

V Liberci dne: 25. 4. 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Pavel Šmíd
Osobní číslo: P09000188
Studijní program: B1301 Geografie
Studijní obor: Aplikovaná geografie
Název tématu: Indikace kontaminace ovzduší bioindikační metodou
v modelu území města Liberce
Zadávající katedra: Katedra geografie

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíle: Na základě bioindikace využitím lišejníků, hodnocení prostorové kontaminace ovzduší na vybraném pásovém území Liberce. Výsledky budou podporou lokálního hodnocení životního prostředí v rámci výzkumné činnosti katedry geografie.

Požadavky:

- 1)excerpce literatury
 - 2)vypracování mapy urbánní struktury, model území
 - 3)na základě přítomnosti a kvantity lišejníků určit koeficient znečištění
 - 4)na základě koeficientu vypracovat prostorové stupně zátěže,vypracovat mapu
 - 5) hodnotit stav životního prostředí vzhledem ke kvalitě ovzduší
- Metody: metoda bioindikace, interpretace výsledků v hodnocení životního prostředí

Čestné prohlášení

Název práce:	Indikace kontaminace ovzduší bioindikační metodou v modelu území města Liberce
Jméno a příjmení autora:	Pavel Šmíd
Osobní číslo:	P09000188

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 25. 4. 2012

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce profesorovi RNDr. Hubert Hilbert, Ph.D za cenné a podstatné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále děkuji Mgr. Jiřímu Šmídovi, Ph.D. Ing. Janě Kučerové, Ph. D. za velkou ochotu a čas při odborných konzultacích. V poslední řadě chci poděkovat Ing. Josefu Kulhánkovi a Mgr. Čestmíru Nekvasilovi z odboru životního prostředí na krajském úřadě v Liberci, za poskytnuté zdroje a věnovaný čas.

Anotace

Cílem této bakalářské práce je zjistit a zhodnotit vybrané území v městě Liberci. Výsledky jsem získal použitím lišejníkové bioindikační metody. Na začátku mé práce popisuji ovzduší, jeho znečištění a škodlivé látky pro lidský organismus. Následně popisuji území Liberce a vybrané městské části, Ruprechtice a Rochlice. Výsledek práce je postavený na sběru, rozpoznání lišejníků a výpočtu indexu atmosférické čistoty. V závěru práce hodnotím jednotlivé zóny díky získaným výpočtům.

Klíčová slova: ovzduší, lišejník, bioindikace, Liberec

Aim of this bachelor work is to find out and assess chosen zones in city Liberec. I gained the results by using the lichen bioindicational method. At the beginning of my work I describe atmosphere, its contamination and dangerous matters for human organism. Next I describe the territory of city Liberec and chosen city parts, Ruprechtice and Rochlice. The result of this work is based on the collection of lichen, recognizing them and calculation of the index of atmospheric purity. At the end of this work I assess individual zones thanks to the gained calculations.

Key words: air, lichen, bioindication, Liberec

Obsah

Úvod.....	7
1. Cíle.....	9
2. Struktura práce.....	10
3. Stanovení hypotézy.....	11
4. Ovzduší	12
4.1 Atmosféra a její složení	12
4.2 Klimatické faktory	12
4.3 Znečištění ovzduší	13
5. Obecná a klimatická charakteristika území	19
5.1 Liberecký kraj	19
5.2 Liberec	20
6 Rozdělení Ruprechtic a Rochlic na zóny	28
7 Bioindikace	32
7.1 Definice bioindikační metody	32
7.2 Bioindikace imisní zátěže pomocí lišejníků	33
7.2.1 Charakteristika modelového organismu	33
8 Indikace kvality ovzduší aplikací bioindikační metody	37
8.1 Terénní průzkum a sběr	37
8.2 Nalezené lišejníky	38
9 Výpočet IAP	45
9.1 Výsledky stanovení Ruprechtice	46
9.2 Výsledky stanovení v Rochlicích	52
10. Aplikace výsledků IAP ve vybraných zónách	58
10.1 Hodnocení ovzduší v jednotlivých zónách Rochlic.....	59
10.2 Hodnocení ovzduší v jednotlivých zónách Ruprechtic.....	61
Závěr	65
Zdroje.....	66
Internetové zdroje:	67
Software a data:	68
Seznam volných příloh	69

Úvod

Dobrá kvalita ovzduší v místě žití je velmi důležitý faktor, který nás hodně ovlivňuje. Člověk vydrží žít bez jídla několik dní, bez vody okolo dvou dní a bez vzduchu několik minut. Vzduch, který dýcháme, je v podstatě nejčastěji vstupující látkou do lidského těla. Při jeho spotřebě jsme přímo vázáni na místo, ve kterém se vyskytujeme a nemáme volbu výběru jako u vody či jídla. Proto bychom měli tuto složku životního prostředí brát vážně, dávat ji velký význam a náležitě o ni pečovat.

Kvalita ovzduší souvisí se zdravotním stavem obyvatelstva. O zdraví a kvalitě životního prostředí se hovoří v Listině základních práv a svobod, 2/1993 sb. České republiky. Konkrétně v Listině základních práv a svobod, v hlavě čtvrté:

Listina základních práv a svobod – hlava čtvrtá

Článek 35

- (1) Každý má právo na příznivé životní prostředí.
- (2) Každý má právo na včasné a úplné informace o stavu životního prostředí a přírodních zdrojů.
- (3) Při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem. (LZPS, hlava čtvrtá, čl. 35)

Vztah člověka k životnímu prostředí prochází velmi kritickým obdobím. Neopatrné nakládání člověka s přírodními zdroji, neustále se zvyšující tvorba odpadu a zanášení cizích látek do životního prostředí způsobuje jeho dlouhodobě zhoršený stav. Zhoršený stav životního prostředí souvisí s negativními dopady na lidské zdraví. Nejčastěji řešené problémy souvisí se znečištěním ovzduší, vody, půd a potravinového řetězce. Dopady těchto problémů se projevují i ve zdravotním stavu obyvatelstva. V silně znečištěném místě je evidentní zkrácená délka života u mužů a žen, zvýšený výskyt onemocnění srdce a cév. Přibývá výskytu nádorových onemocnění u všech věkových skupin obyvatelstva. Narůstá počet alergiků a astmatiků. Tyto negativní faktory životního prostředí ovlivňují udržitelný rozvoj regionu.

Potenciál regionu se dá podle Milana Damborského hodnotit podle ukazatelů hrubého produktu na obyvatele, míry nezaměstnanosti apod. Důležité je hodnotit také přírodně-geografický potenciál např. znečištěním ovzduší, vod a půd. (Wokoun 2008, s. 11)

Předmětem mé bakalářské práce je zjistit a porovnat kvalitu ovzduší v modelu území města Liberce. Obyvatelé Liberce dýchají poměrně čistý vzduch ve srovnání s jinými kraji v České republice. V Libereckém kraji se ale také vyskytují oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší. Dle sdělení MŽP zákon definuje takovou oblast takto: „Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší se podle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění vymezují jako území v rámci zóny nebo aglomerace, na kterém došlo k překročení hodnoty imisního limitu pro jednu nebo více znečišťujících látek“. (Kužel 2010, s. 1)

V tomto dokumentu se hodnotí překročení imisních limitů benzo(a)pyrenu. Oblastí, kde došlo k překročení tohoto limitu je v Libereckém kraji celkem 21. Nejvyšší koncentrace dosahuje město Liberec, a to 31,6 % z celého Libereckého kraje. V ovzduší Liberce nejsou zaznamenány vyšší koncentrace znečišťujících látek. V Libereckém kraji se nevyskytuje významný polutant těžkého průmyslu jako elektrárny, ocelárny a koksovny. Proto není Liberecký kraj tímto negativním faktorem zatížen. Na znečištění Liberce se nejvíce podílí průmysl, konkrétně lehký průmysl, který zatěžuje životní prostředí mnohem méně. V posledních letech hraje důležitou roli doprava, která se dramaticky zvyšuje. Podle Ministerstva životního prostředí Liberec nepatří mezi lokality se sníženou kvalitou ovzduší. Největší lokální stacionární znečišťovatelé na území Liberce jsou Spalovna Termizo a.s., TEPLÁRNA Liberec a.s. a OLEO CHEMICAL a.s. Na znečištění Libereckého kraje i Liberce samotného se významně podílí i polská tepelná elektrárna Turów. (Kužel 2010, s. 21)

1. Cíle

Cílem této bakalářské práce je pomocí epifytických lišejníků, které jsou velmi citlivé indikátory znečištění ovzduší, zjistit relativní prostorovou rozdílnost kvality ovzduší ve vybraných částech Liberce (Rochlice a Ruprechtice). Cílem je i tyto části mezi sebou porovnat a zhodnotit.

Ze zadání cíle bakalářské práce vychází plnění těchto úkolů:

- získání informací k dané problematice z odborné literatury, přístupných legislativních, statistických a rozvojových dokumentů
- zpracování informací o významu kvality ovzduší jako složky životního prostředí v řešeném území, přehled škodlivin a jejich účinku na lidské zdraví
- zjistit informace o vybraných částech Liberce, o plnění jejich funkcí a o pohybu obyvatel v časoprostorovém kontextu
- sběr, rozpoznání a využití možností lišejníků jako indikátorů znečištění ovzduší
- výpočet indexu atmosférické čistoty jednotlivých zón a přiřazení jejich zátěže životního prostředí
- práce v GIS – zpracování poznatků a výstupů, které mi pomohou při rozdělení území, sběru lišejníků a vyhodnocování výsledků v podobě map

2. Struktura práce

Po úvodních slovech jsem práci rozdělil do několika kapitol. V čtvrté kapitole jsem zpracoval teoretické znalosti ohledně ovzduší. V této kapitole také popisují škodlivé látky v ovzduší. Tématem páté kapitoly je obecná a klimatická charakteristika města Liberce a jeho vybraných částí, součástí této kapitoly jsou největší liberečtí znečišťovatelé ovzduší. Šestá kapitola se věnuje rozdělení a popisu vybraných městských částí na zóny. V sedmé kapitole se věnuji bioindikaci, využití lišejníků a jejich biologickému charakteru. Osmou kapitolou začíná praktická část. Popisují zde sběr lišejníků a nalezené druhy. Další praktickou kapitolou je výpočet IAP každé zóny. V desáté kapitole hodnotím výsledky IAP pro každou zónu. Práce je ukončena závěrem, kde shrnuji výsledky získané mým výzkumem.

3. Stanovení hypotézy

Je množství faktorů, které ovlivňují kvalitu ovzduší ve městě. Město Liberec má v celorepublikovém měřítku ovzduší na dobré úrovni. Orografické poměry v zimních měsících způsobují inverzi a následně smog. Liberecká kotlina dokáže udržet zvýšenou koncentraci škodlivin ve městě. Rochlice v této práci představuje roli znečištěného území a oproti tomu Ruprechtice představují čistou část města díky vysokému zastoupení zeleně a její druhové bohatosti. Rochlice jsou nejlidnatější částí a Ruprechtice třetí nejlidnatější částí Liberce. Vzdálenost od stacionárních zdrojů znečištění a intenzita dopravy bude v každé části města rozdílná, tyto dva faktory považuji za nejvíce ovlivňující kvalitu ovzduší. Proto předpokládám rozdílnou kvalitu ovzduší v jednotlivých částech.

4. Ovzduší

4.1 Atmosféra a její složení

„Povrch Země je obklopen plynným obalem – atmosférou. Atmosféra je tvořena zvláštní směsí plynů – vzduchem. Podle chemického složení lze atmosféru rozdělit na homosféru (do 90 km, molekulová hmotnost se zde prakticky nemění) a heterosféru (kde dochází k disociaci plynů a změně molekulové hmotnosti). V homosféře jsou hlavními plynnými složkami dusík (cca 78 objem. %) a kyslík (cca 21 %). Zbytek tvoří vodní páry, oxid uhličitý a vzácné plyny aj. Vedle plynů obsahuje atmosféra i mnohé pevné a tekuté složky – tzv. atmosférické aerosoly. Mohou být jak přirozené (cca 90 %, jako kosmický a vulkanický prach, kouřové, prachové a vodní částice, pyl atd.), tak i antropogenní (dostávající se do ovzduší činností člověka). Podíl antropogenních aerosolů však celkově vzrůstá.“ (Stonavski 1997, s. 135)

4.2 Klimatické faktory

„Podnebí neboli klima je tvořeno souborem několika abiotických faktorů a jejich vzájemných vztahů. Za klimatické faktory se většinou považují sluneční záření, světlo, teplota, vlhkost (srážky), tlak a pohyby vzduchu. Podle rozsahu působení rozeznáváme makroklima, mezoklima a mikroklima. Makroklima je vztaženo k určitému velkému území či části kontinentu a je jenom málo ovlivněno orografickými (reliéfovými) aj. podmínkami. Mezoklima je klima menšího, geograficky utvářeného celku (lze jej též označit jako místní klima – např. klima určitého údolí či města). Mikroklima je souhrn klimatických podmínek vztažených buďto k určitému uzavřenému prostoru (např. mikroklima interiéru), zvané též kryptoklima či prostoru malého rozsahu s relativně jasnými hranicemi (např. mikroklima lesní mýtiny). U mezoklimatu a mikroklimatu se mohou výrazně projevovat vlivy různých místních podmínek.“ (Stonavski 1997, s. 33)

V této práci považuji Liberecký kraj na úrovni makroklimatu, město Liberec na úrovni mezoklimatu a mikroklimata mi představují dvě městské části Liberce – Rochlice a Ruprechtice.

4.3 Znečištění ovzduší

„Vyskytují-li se v ovzduší na kratší či delší období takové látky, které nepříznivě ovlivňují životní prostředí, pak hovoříme o znečištění ovzduší. Látky vypouštěné člověkem do ovzduší (primární znečištění) se dělí na plynné, kapalné a pevné. Význam těchto látek působením člověka narůstá, neboť tyto látky se mohou koncentrovat v určitých oblastech ve značném množství. Svou podstatou jsou většinou přírodě cizí. Proto jsou často agresivní než látky původu přirozeného a mohou vážně ohrozit biologické procesy na zemi. Unikání látek ze zdroje do ovzduší se nazývá emise. V ovzduší může docházet za přítomnosti znečištění k různým reakcím, čímž vznikají sekundární znečištění.

Podle rozsahu znečištění ovzduší je možné je rozdělit do tří skupin:

- a) lokální
- b) regionální
- c) globální.“(Stonawski 1997, s. 135)

Znečištění ovzduší se rozeznává emisně, kdy škodliviny vypouštěné ze zdroje znečištění, např. z komínů a imisní, které představují koncentraci jednotlivých škodlivin v ovzduší po jejich rozptýlu. K nejhoršímu rozptýlu škodlivin dochází při inverzním stavu ovzduší. Znečištění ovzduší způsobuje řadu závažných onemocnění –(srdeční onemocnění, nemoci dýchacích cest atd).

Emise – množství vypouštěných látek vzniklých ve výrobních provozech (průmyslových a zemědělských), spalováním paliv za účelem vytápění a dopravy.

Emisní limity jsou nejvyšší přístupné míry vypouštěných znečišťujících látek ze zdroje znečištění.

Imise – koncentrace škodlivých látek v ovzduší.

Imisní limity – koncentrace škodlivých látek v ovzduší. Hodnoty imisních limitů jsou pro jednotlivé znečišťující látky a jejich skupiny, stanoveny nařízením vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Pro vymezené znečišťující látky jsou od roku 2009 stanoveny meze tolerance imisních limitů.

Hodnocení kvality ovzduší je založené na údajích z meteorologických a monitorovacích stanic ČHMÚ. V Libereckém kraji je celkem 11 významných monitorovacích míst – Česká Lípa, Horní Police, Panská Ves, Jizerka, Jablonec –

město, Souš, Tanvald, Liberec – Vratislavice, Frýdlant – Údolí, Radimovice, Liberec – střed města. (Hilbert 2011, s. 19)

Inverze

Inverze je klimatický jev, při kterém teplota vzduchu s výškou roste místo toho aby klesala. Teplotní inverze mají velký význam v atmosférických procesech. Podle výšky inverze můžeme dělit na přízemní inverze a inverze ve volném ovzduší. Přízemní inverze jsou charakterizovány tím, že teplota vzduchu roste bezprostředně od povrchu do výšky několika desítek metrů. Inverze ve volném ovzduší jsou v určitých rozličně vysoko položených vrstvách vzduchu. Tyto vrstvy se postupně promíchávají a teploty se vyrovnávají. (Quitt 1982, s. 28)



Obrázek č. 1 Inverze v Liberci (Wikipedia, 2012)

Monitorovací síť

Na území Libereckého kraje bylo v roce 2010 provozováno 11 monitorovacích stanic zaměřených na sledování kvality ovzduší. 9 monitorovacích stanic provozuje Český hydrometeorologický ústav a 2 Zdravotní ústav se sídlem v Liberci. Z tohoto počtu je 5 stanic součástí systému automatického imisního systému (AIM). Český hydrometeorologický ústav, který provozuje systém AIM, předpokládá zachování monitorovací sítě ve stávajícím rozsahu i do budoucna. Konkrétně se jedná o následující stanice: Liberec, Česká Lípa, Frýdlant, Souš, Jablonec nad Nisou. Součástí monitorovací sítě jsou i manuální měřicí stanice Radimovice, Horní Police, Panská Ves, Jizerka. (Portál Českého hydrometeorologického ústavu, 2012)

měřicí stanice	vlastník	typ	typ stanice	typ zóny
Česká Lípa	ČHMÚ	automatická	pozaďová	městská obytná
Horní Police	ČHMÚ	manuální	pozaďová	venkovská přírodní
Panská Ves	ČHMÚ	manuální	pozaďová	venkovská přírodní
Jablonec - město	ČHMÚ	automatická	pozaďová	městská obytná
Jizerka	ČHMÚ	manuální	pozaďová	venkovská přírodní
Souš	ČHMÚ	automatická	pozaďová	venkovská přírodní
Tanvald	ZÚ	manuální	pozaďová	městská obytná
Frýdlant - Údolí	ČHMÚ	automatická	pozaďová	venkovská přírodní
Liberec - město	ČHMÚ	automatická	pozaďová	městská obytná
Radimovice	ČHMÚ	manuální	pozaďová	venkovská přírodní
Liberec - Vratislavice	ZÚ	měření těžkých kovů v PM ₁₀	pozaďová	předměstská obytná

Tabulka č. 1 Charakterizace měřicí sítě Libereckého kraje (Portál Českého hydrometeorologického ústavu, 2012)

Škodlivé látky v ovzduší a jejich účinky na zdravotní stav obyvatel

Všechny škodlivé látky, které se vyskytují v ovzduší jsou pro lidské tělo cizí. Ideální případ, kdy je vzduch „čistý“ a bez škodlivých látek téměř neexistuje. Pouze malá část území se k tomuto stavu přibližuje. Většina obyvatel bydlí ve městech nebo venkovských sídlech, kde se vždy budou v ovzduší vyskytovat látky škodlivé pro lidský organismus, třeba i jen v malé koncentraci. Všeobecně platí, že zdroje těchto látek produkuje člověk svým životem – doprava, vytápění a získávání energií. Další specifická činnost, jako je například průmyslová výroba je pak individuální. Proto je vhodné se o tyto látky zajímat, znát jejich původ a dopady na lidské zdraví.

Oxid siřičitý SO₂

Oxid siřičitý je bezbarvý plyn, jenž reaguje na povrchu suspendovaných částic, může být také oxidován uvnitř vodních kapiček rozptýlených v ovzduší. Tento plyn dráždí nosní sliznice a sliznice horních cest dýchacích. Vysoké koncentrace SO₂ vyvolávají onemocnění dýchacích cest jako je bronchitida nebo bronchokontrikcí (zúžením průdušek). S tímto plynem je často spojována ekologická katastrofa v Londýně v roce 1952. Na následky vysoké koncentrace tohoto plynu zemřelo mnoho lidí. Hlavním zdrojem je spalování, především fosilních paliv. (Hůnová 2004, s. 71)

Ozón O₃

Způsob pronikání této látky do organismu je vdechování. Zvýšená koncentrace tohoto plynu v organismu má za následek snížení funkce plic, podráždění sliznic nosu, krku, tlak na hrudi, kašel a bolesti krku. Ozón vzniká sekundárně vlivem chemických reakcí, jež v atmosféře probíhají. (Hůnová 2004, s. 74)

PM_{1, 2,5} a 10

Poléťavý prach má také negativní účinky na lidské zdraví. Dopady způsobené prachovými částicemi závisí na jejich velikosti. Nejnebezpečnější jsou částice s mikroskopickými rozměry. Díky jejich velikosti pronikají z plic do krevního oběhu. Částice velkých rozměrů převážně dráždí horní cesty dýchací. Částice menších rozměrů pronikají do dolních cest dýchacích. Původem těchto částic jsou v dnešní době hlavně antropogenní zdroje. (Hůnová 2004, s. 61)

Oxid uhelnatý CO

Oxid uhelnatý se dostává do lidského organismu vdechováním jako u ostatních plynů. Tento plyn vzniká nedokonalým hořením uhlíkatých materiálů. Oxid uhelnatý váže mnohonásobněji více kyslík než hemoglobin, díky tomu se lidský organismus velmi rychle unaví. V souvislosti s expozicemi byly popsány čtyři základní typy účinků: kardiovaskulární, neurologické, fibrinolytické a perinatální. (Hůnová 2004, s. 74)

Arsen As

Tento kov se do ovzduší dostává především spalováním fosilních paliv s vysokým obsahem arsenu nebo při výrobě jiných kovů. Arsen se také uvolňuje při

kouření tabáku. Dopady na lidské zdraví jsou závažné. Chronická otrava arsenem se projevuje v počátečním stádiu kožními změnami, trávicími obtížemi a hubnutím. Prokázány jsou také neurotické a hematologické změny. (Hůnová 2004, s. 75)

Rtuť Hg

Do životního prostředí se rtuť dostává během své výroby a zpracování, při spalování fosilních paliv a různých průmyslových a zemědělských postupů. Při chronické expozici parám rtuti je nejvíce poškozen mozek člověka a jeho nervová soustava. (Hůnová 2004, s. 75)

Olovo Pb

Olovo se do prostředí dostává zejména při těžbě a zpracování rud, při výrobě baterií a spalování fosilních paliv. Při chronické otravě je nejvíce postižen krvetvorný systém, nervová soustava, trávicí ústrojí a ledviny. (Hůnová 2004, s. 74)

Polyaromatické uhlovodíky PAH

Je skupina plynných látek, která vzniká při spalovacích procesech, výrobě ropných produktů a je obsažená ve výfukových plynech. Tyto látky mají schopnost setrvávat v organismu dlouhou dobu. Některé plyny z této skupiny jsou prokázané karcinogeny, např. benzo[a]pyrén. Největší množství těchto látek se do těla dostává v potravinách a jsou vylučovány střevy a zvyšují pravděpodobnost rakoviny této části těla. (Hůnová 2004, s. 49)

Prevence

Všeobecná ochrana proti škodlivým účinkům těchto plynných látek je snížení pohybu v zamořeném území, snížení fyzické námahy (práce, sportovní aktivity), zkrácení doby větrání místností, kontrola potravin, spalování ušlechtlejších paliv a kontrola polnohospodářských postupů. Mezi ohrožené skupiny obyvatel patří: malé děti, těhotné ženy, alergici a staří lidé.

Na znečištění ovzduší se také významně podílí doprava a vytápění domácností.

Doprava hraje významnou roli v ekonomickém a sociálním rozvoji státu. Doprava úzce souvisí s průmyslovými podniky. Doprava ve vztahu k životnímu prostředí působí negativně, je nejvýraznějším zdrojem emisí, hluku a vibrací. Způsobuje zdravotní a bezpečnostní rizika. Ze všech druhů dopravy má silniční doprava největší dopady na životní prostředí (ovzduší, vodstvo a půdy) a to uvolňováním oxidů uhlíku, síry a metanu.

Vytápění domácností znečišťuje ovzduší tím, že domácnosti spalují méně kvalitní uhlí, prach, nevhodná další paliva a někdy opad. Největší hodnoty znečištění jsou naměřeny v zimním období z důvodů vytápění. Nejekologičtější formou vytápění je vytápění plynem. Při jeho spalování se do ovzduší vypouští minimum škodlivin. Pozitivním trendem ve vytápění jsou bio paliva. Jedná se především o pěstování a zpracování rychlorostoucích dřevin. K ekologickému spalování dřeva je nutná potřebná suchost dřeva. Tuto fázi schnutí lidé často vynechávají, dochází tak k větší produkci škodlivin a ztrátě tepelné energie.

5. Obecná a klimatická charakteristika území

V předešlých kapitolách jsem charakterizoval ovzduší, definoval škodlivé látky a jejich dopady na lidské zdraví. V této kapitole přiblížím klimatické a přírodní poměry Libereckého kraje, města Liberce a jeho dvou vybraných městských částí - Rochlice a Ruprechtice.

5.1 Liberecký kraj

Emisní situace

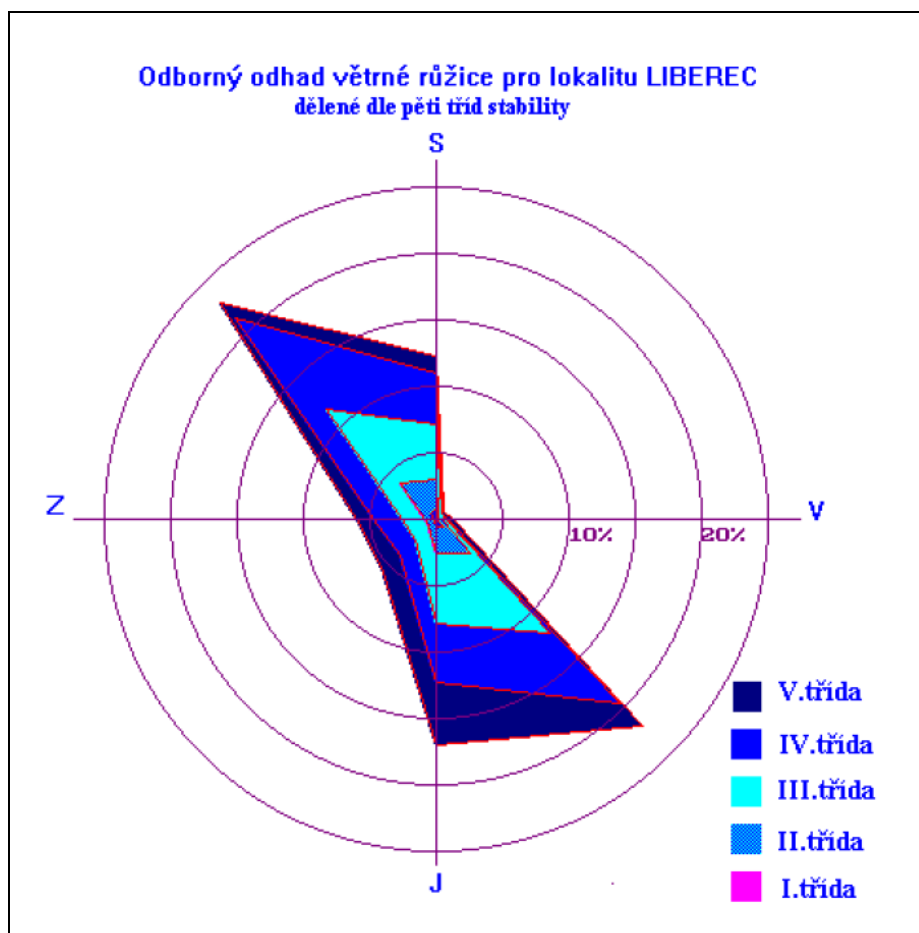
Liberecký kraj lze charakterizovat jako převážně průmyslový, s vyšší koncentrací lehkého průmyslu a z pohledu zemědělství stále ještě i živočišné výroby. Na území kraje je umístěno široké spektrum výrobních procesů (slévárny, potravinářský průmysl, strojírenství, sklárny), z nichž některé jsou pro něj typické, a jejich existence je dána historickým vývojem struktury průmyslu. K situaci přispívají i mobilní zdroje. Důležitou roli mají i malé zdroje, které se velmi obtížně sledují a kontrolují. Nadále největším producentem znečišťujících látek do ovzduší zůstává elektrárna Turów v Polsku. Zvyšující se emise polévatý prach jsou zapříčiněny především narůstající automobilovou dopravou a spalováním málo kvalitních pevných paliv, případně spalováním v technicky zastaralých topeništích, ke kterému dochází především z ekonomických důvodů.

Kvalita ovzduší

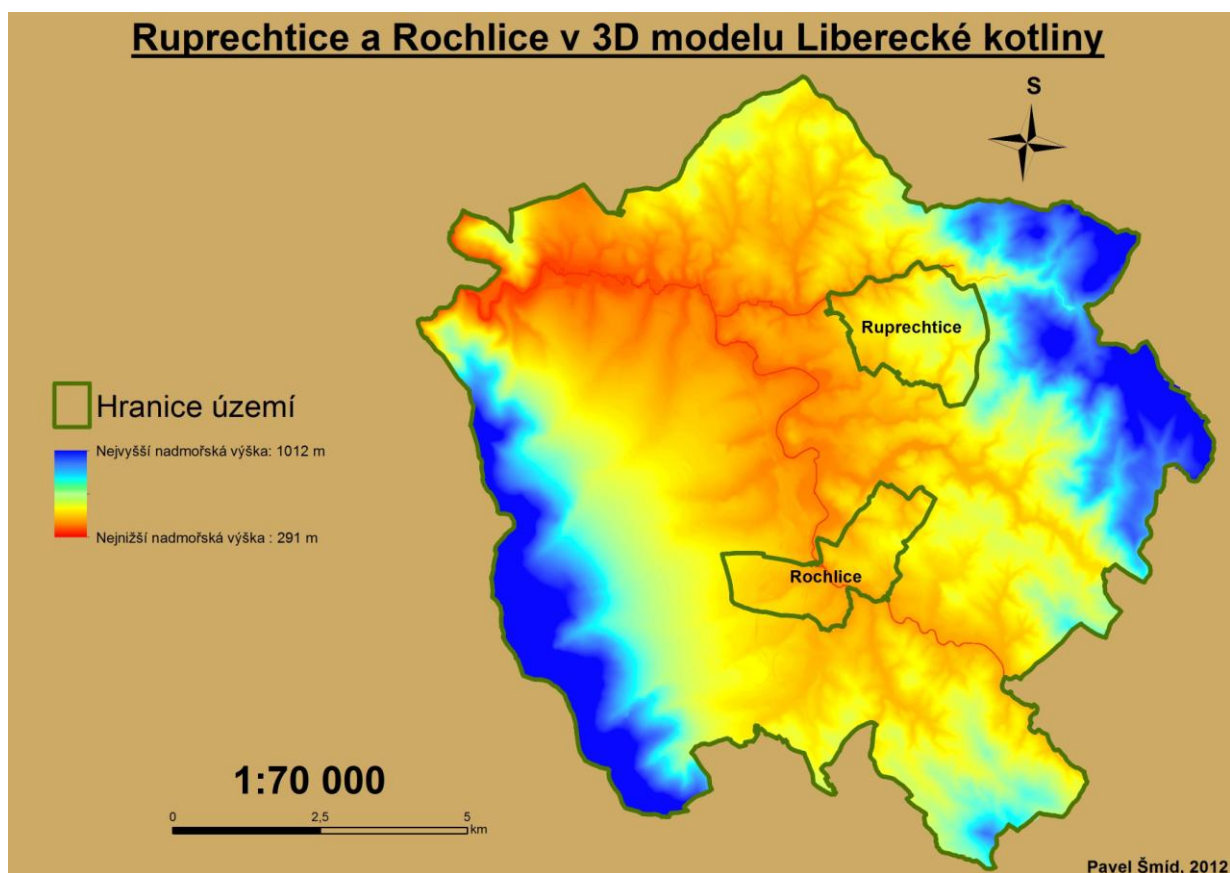
Na území kraje nebylo v roce 2007 na žádné měřicí stanici zaznamenáno překročení zvláštních imisních limitů sledovaných znečišťujících látek ovzduší (vzhledem k vyhlášení regulačních opatření při smogových situacích). Z důvodu poklesu průmyslové výroby i příznivých meteorologických podmínek nebyly na území kraje překročeny LV znečišťujících látek v ovzduší. V průběhu roku 2008 bylo zaznamenáno pouze překročení imisního limitu pro ozon na stanici Souš a Liberec-město. Jako oblast s překročenými cílovými imisními limity pro ochranu zdraví bylo vymezeno 31,6 % území kraje v důsledku překročení TV pro benzo(a)pyren na měřicí stanici Liberec-město. (Řeháková 2007, s. 2)

5.2 Liberec

Město Liberec je významné hospodářské, kulturní a společenské centrum východní části severních Čech. Liberec je zároveň jádrovým městem Liberecké sídelní aglomerace, statutární město, středisko okresu a centrum české části Euroregionu Nisa. Z geomorfologického hlediska město Liberec leží ve výběžku Žitavské pánve, v tzv. Liberecké kotlině. Dle obrázku č. 2 je kotlina orientována ve směru SZ – JV. Orientace Liberecké kotliny výrazně ovlivňuje proudění větru ve sledované oblasti. Různorodost nadmořské výšky v Liberecké kotlině je vidět na obrázku č. 3, který byl zpracován v GISech. Z mapy je zřetelná polohy vybraných městských částí v katastrálním území Liberce. Geomorfologie terénu je důvodem vzniku častých inverzních situací nepříznivých pro rozptyl škodlivin v ovzduší. Směr větru je usměrňován orientací Liberecké kotliny ve směru SZ – JV. (Červinka 1996, 1 s.)



Obrázek č. 2 Větrná růžice Liberce (Červinka, 1996)



Obrázek č. 3 3D model území Liberecké kotliny

Město Liberec leží v mírném klimatickém pásmu, v mírně teplé oblasti MT4. Průměrné roční srážky se na území města pohybují v rozmezí od 600 – 750 mm. V porovnání se srážkovým průměrem v celé ČR (450 mm za rok) je město i celý Liberecký kraj srážkově nadprůměrný. Větrné poměry v kraji jsou ovlivněny převládajícím rozložením tlakových útvarů, tedy zimní anticyklónou a letní cyklónou. Místní větry jsou ovlivněny příslušnými orografickými podmínkami, které tyto hlavní směry deformují. Převládá severozápadní a jihozápadní směr proudění. V Liberci jsou dosahovány poměrně vysoké průměrné rychlosti větru (3,5 m.s-1). (Toninová 2008, s. 11)

Emise

Kvalita ovzduší je nejvíce ovlivňována emisemi z dopravy a ze spalovacích procesů. Přestože u některých kategorií stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší došlo k mírnému nárůstu emisí, celkově byl zaznamenán pokles emisí hlavních znečišťujících látek u tuhých znečišťujících látek, SO₂, NO_x a u CO. Nejvýznamnějším velkým zdrojem znečišťování ovzduší v Liberci nadále zůstává Teplárna Liberec a.s. a spalovna komunálního odpadu Termizo Liberec a. s. V oblasti dopravy je emisní situace

ovlivňována nárůstem počtu automobilů. Trvalým a rostoucím problémem jsou emise oxidu dusíku, jejichž příčinou je stále rostoucí automobilová doprava. Dalšími znečišťujícími látkami, které produkuje silniční doprava, jsou prašné částice. Vliv dopravy na kvalitu ovzduší v zastavbě je posílen tím, že doprava produkuje škodliviny v přízemní vrstvě atmosféry, kterou pak obyvatelé vdechují. Průmysl ovlivňuje ovzduší ve větší vzdálenosti od hustě obydlených částí, proto je doprava, pro kvalitu ovzduší v zóně lokalit, rozhodující. Celkově dochází k významnému meziročnímu poklesu emisí všech látek, zejména pak SO_2 , kde však podíl Liberce na celkových emisích v Libereckém kraji je více než třetinový. Významný je podíl malých zdrojů znečištění, zejména u tuhých látek a CO, kde došlo u zvláště velkých zdrojů znečištění dokonce k nárůstu objemu emisí. (Toninová 2008, s. 12)

Imise

Monitoring imisních limitů pro prašné částice zaznamenává dle informací Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) hodnoty v rozmezí 16 – 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, limit je stanoven na 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro měření zátěže vybranými organickými polutanty a těžkými kovy jsou typické sezónní trendy znečištění ovzduší.

Z hlediska imisí jsou dlouhodobě nejproblematictějšími látkami přízemní ozón a těžké kovy v prašném aerosolu (kadmium, arsen, nikl). Tyto látky trvale překračují stanovené limitní hodnoty Stanice Liberec – střed města vykazala v posledních letech u koncentrací kadmia a arsenu pokles, nikl má však prakticky po celé sledované období nadlimitní koncentrace. Nejvýznamnějším zdrojem emisí kadmia je místní spalovna společnosti Termizo a.s.

Kvalitu ovzduší výrazně negativně ovlivňuje rovněž dálkový přenos znečištění ovzduší z elektrárny v polském Turówě. Podíl dálkového přenosu na imisní situaci oxidu siřičitého se liší podle charakteru území a v silně zatížených místech dosahuje 40-60 % imisní zátěže. (Toninová 2008, s. 14)

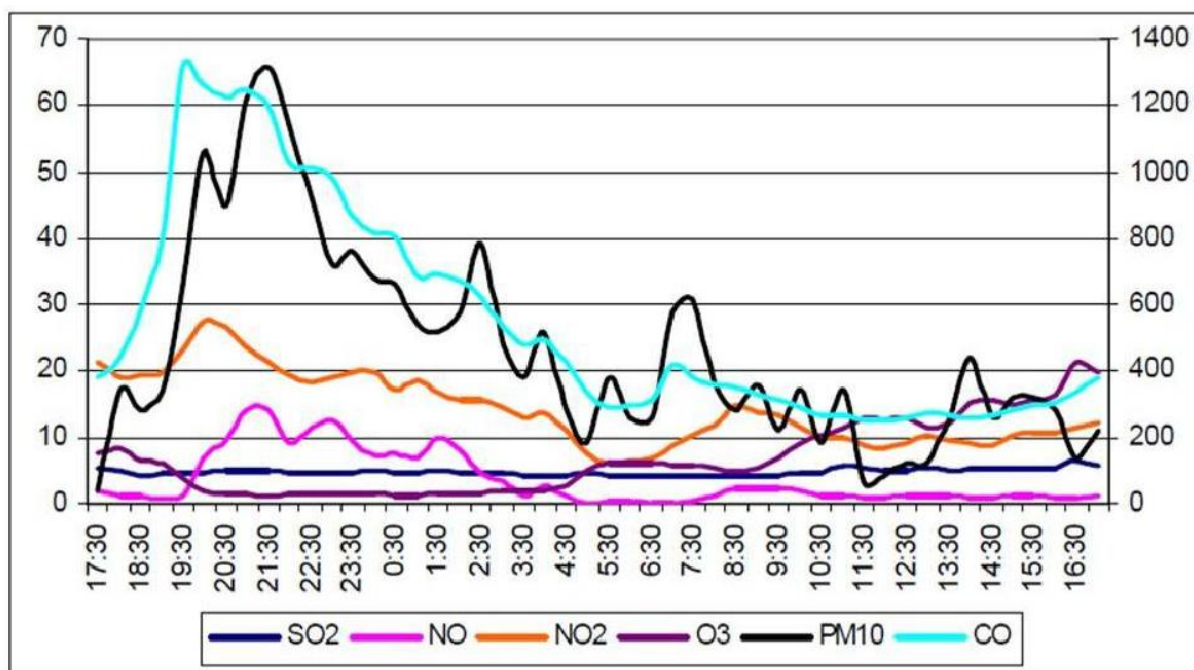
Rochlice

V městské části Rochlice má dominantní vliv stacionárních spalovacích zdrojů (teplárna) ve směru převládajícího proudění větru JV – SZ, zvýšená pravděpodobnost

vzniku inverzních situací v zimních měsících, lokalita v nadmořské výšce 400 metrů. Lokalitu reprezentuje sídlištní oblast s vysokou koncentrací obyvatel.

V blízkosti Rochlice se nacházejí dva největší zdroje znečišťování ovzduší na území města Liberec - Teplárna Liberec a.s. a spalovna komunálního odpadu Termizo Liberec a.s., které významně ovlivňují stav ovzduší v posuzovaném území. Teplárna spolu se spalovnou, představují největší producenty emisí v Liberci, což je znásobeno kumulací vlivů v důsledku jejich lokalizace ve stejném areálu v centru města. V poslední době proběhla ve Spalovně instalace dioxinových filtrů, které by měly přispět ke zlepšování kvality ovzduší v dotčeném území.

„V r. 2005 proběhla v rámci XII. setkání mobilních měřicích systémů screeningová studie zaměřená na popis zátěže z venkovního ovzduší obyvatel Liberce v různých, charakteristických typech městského osídlení. Bylo využito 7 mobilních systémů, které po dobu 24 hodin (18. 10. 2005 od 17:00 do 19.10.2005 17:00 hod.) monitorovaly stav ovzduší ve vybraných lokalitách. Jeden z těchto systémů byl umístěn u MŠ Klíček v Rochlicích, kde je znečištění ovzduší dáno především průmyslem (spalovna, teplárna) a domovními kotelny. Byly sledovány hodnoty koncentrací látek SO₂, NO, NO₂, NO/NO₂, O₃, suspendované částice frakce PM₁₀, benzen (VOC), prvky (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Na obrázku č. 4 je vidět výsledný graf. Výsledky měření poukazují na zvýšenou koncentraci CO₂ v souvislosti s intenzitou dopravy v období zhoršených rozptylových podmínek. Dále byly překročeny imisní limity benzenu, ovšem není zcela jistý zdroj vyšší zátěže touto látkou. Zvýšená koncentrace byla naměřena i u prvků (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb), jejichž významným zdrojem je spalovna komunálního odpadu Termizo a.s. U PAU byla překročena referenční koncentrace, stanovená Státním zdravotním ústavem (10 ng/m³/rok), u benzo(a)antracenu téměř o 80%. Rochlice je území s hustou koncentrací obyvatel, zástavbou a intenzitou dopravy. Rochlicemi projede více jak 10 tis. vozidel za den. Měření proběhlo v od 18. – 19. 10. 2005, pozn. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny okolo 21. Hodiny, kdy převládal vítr vanoucí od spalovny Liberec.“ (Kotlík, B. a kolektiv, 2005, s. 21)



Graf č. 1 Výsledný graf měření (Kotlík, 2005)

Ruprechtice

Tato městská část Liberce se podobně jako celé město potýká s inverzemi, které jsou nepříjemnou součástí života občanů Liberce, hlavně v zimních měsících. Tato městská část leží dle vymezení klimatických oblastí v mírném klimatickém pásu, v mírně teplé oblasti (typ MT4). Průměrný úhrn ročních srážek se pohybuje v rozmezí 600 – 750 mm. Tento úhrn převyšuje průměrné celorepublikové hodnoty. Větrné poměry jsou ovlivněny převládáním tlakových útvarů, letní cyklónou a zimní anticyklónou. Místní větry jsou silně ovlivněny orografickými podmínkami. Liberecká kotlina tyto větry deformuje a udává jejich ráz. Převládá zde jihozápadní a severozápadní směr proudění. Rychlost větru je zde vysoká, může se pohybovat rychlostí až $3,5 \text{ m.s}^{-1}$. (Toninová 2008, s. 32)

Hlavní zdroje znečištění v Liberci

Spalovna Termizo a.s. a Teplárna Liberec a.s. – tyto dva podniky jsou největšími stacionárními zdroji znečištění v Liberci. Zároveň, ale stabilně zajišťují obyvatelům přísun požadovaného tepla do jejich domovů. Spalovna využívá energeticky komunální odpad z celého Libereckého kraje ke spalování a tvorby energie. V roce 2004 bylo využito 68% komunálního odpadu. (Smutný 2007, s. 29)

Postoj obyvatel ke spalovně je často negativní. Domnívají se, že se zde spaluje nebezpečný odpad. Liberecká spalovna je realizována v přímé blízkosti obyvatel (Rochlice) a nejsou zde známy velké negativní vlivy, např. pokles ceny nemovitostí.

„Názory, že spalovna bude vypouštět nebezpečné a karcinogenní látky, je nutno doplnit tím, že spalovna bude tyto látky vypouštět v souladu s platnými regulativy, které jsou nastaveny tak, aby nedošlo k ohrožení zdraví obyvatel v okolí.“ (Honová 2010, s. 33)

Tyto stacionární zdroje znečištění spadají pod kompetenci příslušných státních orgánů správy. Mají stanovené limity a provádějí se zde příslušné kontroly a inspekce. Česká inspekce životního prostředí v ochraně ovzduší se o spalovnu komunálního odpadu TERMIZO a.s. zajímá. Dokument „Zdroje znečišťování ovzduší a orgány ochrany ovzduší“ o kontrolách inspekce hovoří takto:

„Tato spalovna je již od svého vzniku koncem devadesátých let středem pozornosti nejen libereckých občanů, ale i inspekce. Již v průběhu konstrukčního řešení a v počátcích provozu využívala inspekce z hlediska ovzduší všech možností ke stanovení co nejpřísnějších měřítek na sledování emisí. V současné době je spalovna provozována na základě integrovaného povolení, které zahrnuje podmínky nejen z hlediska ochrany ovzduší, ale celého životního prostředí. Spalovna je ze zákona vybavena kontinuálním měřením emisí a výsledky tohoto měření jsou uchovávány po několik let. Vzhledem k tomu, že se jedná o citlivý zdroj, který má určité výjimečné postavení patří spalovna dlouhodobě k prioritně sledovaným zdrojům. Výsledky kontinuálního měření i kontrolních jednorázových měření opakovaně prokazují, že emise sledovaných znečišťujících látek jsou hluboko pod zákonem stanovenými emisními limity.“ (Kučerová, et al. 2010)

OLEO Chemical – na jihu od Rochlice se nachází tento chemický podnik. V roce 2006 tato maďarská společnost odkupuje pozemek od společnosti Benzina a.s. a zahajuje svoji činnost v Liberci. Olea Chemical se zabývá výrobou a distribucí biopaliv. K těmto činnostem využívá železniční vlečku. Životní prostředí tento podnik zatěžuje hlavně těžkými kovy v ovzduší – kadmium, arsen a nikl. Krajský úřad Libereckého kraje, odbor životního prostředí a zemědělství jako příslušný orgán stanovuje tomuto podniku limity o znečištění a příslušné státní orgány provádějí v určitých časových

intervalech pravidelné kontroly o dodržení těchto limitů. (Portál OLEO Chemicals, 2012)

Elektrárna Turów je hnědouhelná elektrárna na jihozápadě Polska, v Dolnoslezském vojvodství, na území obce Bogatynia, poblíž Turoszówa, na německo-polské hranici na pravém břehu Nisy, poblíž trojmezí hranic Německa, Polska a České republiky. (Portál Wikipedie, 2012)

Turów ovlivňuje kvalitu ovzduší v Liberci dálkovým přenosem znečištěného ovzduší. V Turów se spaluje nekvalitní hnědé uhlí. Tato elektrárna stojí v blízkosti česko-polsko-německého trojmezí a tvoří určité problémy (nespokojenost obyvatel). V současnosti probíhá rozšíření bloků elektrárny. K těmto krokům se ozývají také hlasy z liberecké radnice.

Ani jeden z těchto velkých stacionárních zdrojů znečištění se nevyskytuje přímo v území sběru lišejníků, ale všechny jsou v blízkosti Rochlic. Přesto tyto zdroje znečištění značně ovlivňují kvalitu ovzduší daných lokalit. Tyto zdroje také ovlivňují myšlení lidí a to v negativním slova smyslu. Mají vliv na objektivnost situace. Výše zmíněný dokument „Zdroje znečišťování ovzduší a orgány ochrany ovzduší“ je uzavřen takto:

„Lidé žijící ve znečištěných oblastech mají tendenci se cítit častěji nebo delší dobu zdravotně hůře než lidé žijící v oblastech neznečištěných. Vystavení se vyšším koncentracím polutantů bývá spojováno se zvýšenou nemocností a předčasnou úmrtností.“ (Kučerová, et al. 2010)

V závěru této kapitoly je mapa Liberce s Ruprechticemi a Rochlicemi s jejich zónami, dále je na mapě vidět síť silnic I. třídy a rychlostních silnic. Zdůrazněny jsou na této mapě také velké stacionární zdroje znečištění v blízkosti Rochlic. V další kapitole jsou vybrané městské části rozzónovány a podrobně popsány.



Obrázek č. 5 Mapa rozdělení území na zóny a velké stacionární zdroje znečištění v Liberci

6 Rozdělení Ruprechtic a Rochlic na zóny

Město Liberec je administrativním centrem celého kraje. Sídli zde úřady státní správy, vedení významných podniků a mnoho soukromých firem. Liberec je také střediskem vzdělání – velké spektrum od mateřských školek až po vysokou školu. Liberci se také přezdívá „město sportu“. Důvodem je plně vybavené lyžařské středisko, účast v různých ligách mnoha sportů na vysoké úrovni. Liberec nabízí mnoho příležitostí k bydlení. Nacházejí se zde panelová sídliště, která využívají hlavně mladé rodiny. Díky vysoké škole se dá říci, že populace Liberce je mladší než jeho okolí. Liberec je také sídlem kulturně – výchovných a společenských institucí. Liberec je velmi významné město díky svým funkcím a všeobecné vybavenosti. Město se ekonomicky vyvíjí a roste počet zastavěných ploch. Celkově zeleně v centru města a jeho částech ubývá. Zeleň ustupuje obchodním řetězcům, parkovištím a jiným asfaltovým plochám.

Za účelem splnění mé práce, jsem v území města Liberce vybral dvě městské části. Tyto části jsem analyzoval tak, že jsem na základě přístupných podkladů části rozdělil do samostatných homogenních zón. Vybrané městské části jsou: Rochlice a Ruprechtice. Rochlice jsem rozdělil na šest zón a Ruprechtice na pět zón. Zóny byly rozděleny na základě jejich funkce, pohledových vazeb a koncentrace obyvatel. Městskou část Ruprechtic jsem zkrátil o zalesněné území směrem na západ. Tato část území je reprezentována zónou II, která je z pohledu mé práce stejná jako vynechaná část. Jednotlivé zóny dále popisují.

Rochlice

Zóna I leží na severu Rochlic. Rozlohou je druhá nejmenší zóna v Rochlicích. V západní části této zóny se nachází sídliště Broumovská. Východní část obsahuje nejvíce zeleně a pouze několik velkých obytných objektů. Nachází se zde základní a mateřská škola. Téměř většina obyvatel této zóny bydlí v panelových domech.

Zóna II leží jižně od první zóny. V této zóně převládá jako obytná jednotka rodinný dům. Najdeme zde i několik panelových domů. V této zóně se nachází sportovní plochy – tenisové kurty, fotbalové hřiště s běžeckým oválem a další tři menší hřiště patřící k nedaleké základní škole. Byl zde pořízen obrázek č. 6, pohled na spalovnu. V této zóně je na území Rochlic vyhovující poměr zástavby a zeleně. Tato zóna nabízí dobré bydlení a sportovní vyžití.



Obrázek č. 6 Pohled na spalovnu z Rochlic

Zóna III je největší panelové sídliště v Liberci. Tato obytná zóna dosahuje nejvyšší koncentrace obyvatel na km². Je zde velká koncentrace zástavby a vysoká dopravní zatíženost. Tímto územím prochází významné městské komunikace a vysoký počet obyvatel je vázán s vysokým počtem aut. Touto zónou prochází nejfrektovanější autobusová linka v Liberci. Autobusy přijíždí ve špičce každých pět minut. Nachází se zde tři supermarkety, základní škola, mateřská škola a tři domovy důchodců. V této části, najdeme málo zeleně. Ta je často vytlačována na úkor parkovišť a jiných ploch.

Jsou zpracovány dokumenty usilující a revitalizaci tohoto sídliště. Na území se nachází kostel sv. Jana Křtitele.

Zóna IV je průmyslovou a dopravní zónou. Nachází se zde minimum obytných objektů. Tato zóna leží na jihu od zóny III. Územím prochází silnice I. třídy 14H, která se napojuje na hlavní silniční tahy směřující do Liberce a do Polska. Územím také prochází železniční trať. Na území najdeme průmyslové podniky, vlakové depo a skladovací prostory.

Zóna V je čistě průmyslovým územím. Nachází se zde několik rodných domů v okrajových částech. Územím prochází železniční trať, která má spíše nákladní význam. Východní část této zóny tvoří silnice E442. Na území se nachází podniky na výrobu stavebního materiálu a zpracovatelského průmyslu.

Zóna VI je nejmenší zónou Rochlic. Je podobného charakteru jako zóna I. Polovinu území tvoří panelové domy a druhou rodinné domy se zahradou. Tato zóna má pouze obytnou funkci.

Ruprechtice

Zóna I leží na severozápadě Ruprechtic. Tato zóna je nejmenší zónou v Ruprechticích. Na území této zóny převládají lesy. Je to přechodné místo ze zalesněného území do městského prostředí. Severní hranici Ruprechtic a této zóny tvoří povodí Černé Nisy. Najdeme zde několik obytných objektů.

Zóna II je podobná zóně I. Tato oblast se nachází na východě Ruprechtic. V této části se nenachází žádné obytné objekty. Oblast je plně zalesněná a tvoří „bránu“ do Jizerských hor. Funkce této části je spíše oddychová, nabízí klidné procházky v přírodě a cyklistiku v letních měsících a v zimních je vhodná pro běžecké lyžování a sánkování. Součástí této zóny jsou Lidové sady, které plní výše popsanou funkci. Najdeme zde i lom na stavební kámen.

Zóna III leží na severu Ruprechtic a táhne se směrem na jih. Určitou část tvoří malé pozemky zhotovené pro zahradničení a rekreaci. Dominantním typem bydlení

v této části jsou rodinné domy se zahradou. Najdeme zde kostel Panny Marie s křížovou cestou. Zástavba se zhušťuje směrem na jih, do centra města.

Zóna IV je druhou nejmenší zónou v Ruprechticích. Sousedí se zónou II, která je silně zalesněná, a proto je zde zeleň na dobré úrovni. I v této zóně platí, že zástavba se směrem na jih zhušťuje. Nacházejí se zde hřiště a škola pro sluchově postižené. Severní část zástavby tvoří luxusní vily, jedná se asi o třicet domu s nadstandardní výbavou.

Zóna V je nejhustěji zastavenou a obývanou zónou v Ruprechticích. Tato zóna tvoří jižní hranici. Opět zde platí, že se hustota zástavby a počet obyvatel zvyšuje směrem na jih. Tato zóna nabízí pestrou paletu služeb a obchodů oproti zbytku Ruprechtic. Najdeme zde kostel sv. Antonína, mateřskou a základní školu. Jih Ruprechtic má městskou strukturu. Najdeme zde rodinné domy, ale i bytové domy ve větších shlucích.

7 Bioindikace

7.1 Definice bioindikační metody

„Stav a vlastnosti prostředí určují a ovlivňují stav a vlastnosti biologických systémů. Lze proto zpětně na základě vyhodnocení stavu biologických systémů usuzovat na vlastnosti prostředí. Metody, které jsou na tomto principu založeny, se označují jako bioindikační.“ (Anděl 2011, s. 33)

Je nutné konstatovat, že pojem bioindikace se nepoužívá v literatuře stejně, pojetí tohoto pojmu se používá různě. V případě mé práce se jedná o přístup ekotoxikologický – terénní.

Ekotoxikologický – terénní

„Bioindikace je metoda, která na základě vlastností a chování živých systémů usuzuje na vlastnosti toxikantů v přirozeném prostředí.“ (Anděl 2011, s. 33)

„Tento přístup považuje bioindikace za součást ekotoxikologie, ale zahrnuje sem pouze metody terénních studií (nejsou zde zahrnuty ekotoxikologické testy). Toto pojetí má základ v historii ekotoxikologie, která po metodické stránce vznikla z humánní toxikologie, založené na klasických testech s laboratorními živočichy, a z aplikované ekologie, kde převažovaly terénní studie.“ (Anděl 2011, s. 33)

„Bioindikační druh – druh organismu využívaný v bioindikačních metodách (akumulačních i senzitivních).

Bioindikátorem v mé práci je organismus – lišejník. Anděl definuje bioindikátor – jako organismus využívaný v bioindikačních metodách – odpovídá pojmu bioindikační druh. Vznik tohoto přístupu souvisí s častou skutečností, kdy samotná přítomnost (či nepřítomnost) určitého druhu byla indikátorem daného stavu (např.

přítomnost určitých druhů lišejníků je indikátorem čistého, určitého polutantu prostého ovzduší.

Akumulační a senzitivní indikátory

Ve vazbě na začlenění do metodik expozice, či účinku se bioindikační organismy dělí na akumulaci a senzitivní:

a) Akumulační indikátory – využívají se k hodnocení expozice. Indikační organismus slouží jako matrice pro vlastní chemickou analýzu toxikantu. Bioindikátor (bývá označován také jako bioakumulátor) kumuluje ve svém těle hodnocenou látku a nakoncentrovává ji na hodnoty vhodné pro analýzu.

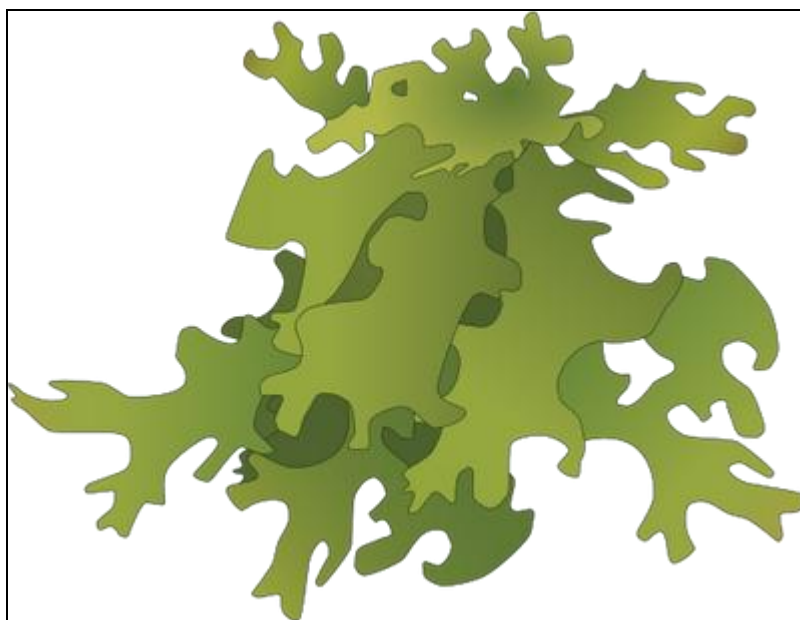
b) Senzitivní indikátory – využívají se k hodnocení účinku. Hodnotí se působení toxikantu na základě vyvolaných reakcí v organismu. Využívá se široké spektrum reakcí biologického systému (biochemické, fyziologické, morfologické, anatomické aj.).

Obě metody se často kombinují – u daného organismu se sledují jeho reakce a současně se provádí přímá analýza toxikantu.“ (Anděl 2011, s. 38)

7. 2 Bioindikace imisní zátěže pomocí lišejníků

7.2.1 Charakteristika modelového organismu

„Lišejníky patří k nejznámějším organismům, které citlivě reagují na přítomnost kontaminantů v ovzduší a u kterých je možné tuto vlastnost využívat k bioindikační účelům. Lišejníky jsou podvojně organismy, jejichž stélka je tvořena z vláken houby (mykobiont) a buněk zelených řas nebo sinic (fykobiont). Z taxonomického hlediska je lze považovat za houby se specifickou biologií, která vyplývá z jejich těsného spojení s řasovou buňkou (lichenizované houby), a proto bývají zařazovány do systému vřeckovýtrusných hub (třída *Ascomycetes*). Pouze malá část lišejníků patří mezi houby stopkovýtrusné (*Basidiomycetes*) a houby nedokonalé (*Fungi imperfecti*).



Obrázek č. 7 Lupenitá stélka lišejníku (Integration & application network, 2012)

Lišejníky nacházíme na nejrůznějších substrátech (skály, borka stromů, půda, stavební materiály) často v ekologicky extrémních podmínkách. Základními faktory ovlivňujícími metabolickou aktivitu, a tím i růst stélky, je obsah vody, teplota, světlo a koncentrace toxikantů v ovzduší. Pro bioindikační postupy se nejčastěji používají epifytické lišejníky (rostoucí na borce stromů), dále se tedy budeme zabývat pouze jimi.“ (Anděl 2011, s. 208)

Příčiny citlivosti imisím

„Imise narušují metabolické pochody, především fotosyntézu a dýchání, dochází ke zpomalení až zastavení růstu, postupnému odumírání části i celé stélky. Tento mechanismus je v podstatě obdobný jako u ostatních rostlin, přesto však epifytické lišejníky vykazují k imisím mnohem vyšší citlivost. Podstata tohoto jevu není jednoznačně objasněna, ale lze předpokládat, že se jedná o vzájemnou kombinaci následujících základních příčin:

- a) zvýšený přístup imisí – imise jsou při vstupu do ekosystému zachytány na povrchu listů a jehličí stromů a při dešťových srážkách je část splavována po kmeni dolů. Epifytické lišejníky rostoucí na kmeni, jsou tak vystaveny

dávkám kontaminantů zachycených na mnohem větší ploše, než odpovídá ploše vlastní stélky,

- b) anatomická stavba – lišejníky nejsou na povrchu stélky vybaveny nepropustnou kutikulou ani regulačními mechanismy podobnými průduchům vyšších rostlin. Proto imise v plynné, kapalné a částečně i pevné formě mohou snadno pronikat do celé stélky,
- c) vodní režim – lišejníky jsou organismy s nestabilní vodní bilancí, která pasivně následuje změny atmosférické vlhkosti. Na rozdíl od vyšších rostlin přijímají lišejníky srážkovou vodou přímo, bez předchozí filtrace půdní vrstvou, kde běžně dochází k zachycení a imobilizaci řady toxických složek.
- d) intenzita metabolismu – fotosyntetická aktivita lišejníků je celkově nízká, z toho vyplývá i nízká růstová rychlost (korovité druhy řádově 0,1 mm, lupenité 1-10 mm ročně) a omezené regenerační schopnosti při poškození toxikantem.
- e) symbiotická podstata lišejníků – v neposlední řadě lze příčinu citlivosti lišejníků spatřovat v jejich podvojně podstatě. Fykobiont a mykobiont spolu žijí v určitém rovnovážném stavu, odpovídajícím daným ekologickým podmínkám. Změna některého faktoru (nejen koncentrace imisí, ale např. i vlhkosti) může vést k porušení rovnováhy a rozpadu celého organismu.“ (Anděl 2011, s. 209)

K bioindikaci se používá řada metod. V mé práci použiji metodu *fytocenologickou*.

„Metody fytoecenologické. Tyto metody bezprostředně navazují na práce floristickochrologické, ale vnášejí do terénního výzkumu nové kvantitativní hledisko. Při jejich využívání se nepracuje většinou s lišejníkovými společenstvy v čistě botanickém smyslu, ale spíše se skupinou druhů s podobnými ekologickými nároky. Cílem těchto metod je vytvoření jednoho číselného ukazatele, který by vyjadřoval celkovou imisní zátěž dané lokality. V praxi byla navržena celá řada syntetických indexů, index IAP.“ (Anděl 2011, s. 210)

Index atmosférické čistoty IAP (Index of Atmospheric Purity)

$$IAP = (\sum (Q \cdot f) / 100) \cdot n$$

Σ - suma

Q - index citlivosti

f - koeficient pokrytí

n - počet druhů lišejníků

(De Sloover, J. – Le Blanc, F. 1968, s. 50)

Lišejníky

„Lišejníky jsou výtrusné rostliny, které se skládají ze dvou složek: z vláken hub a z buněk zelených řas nebo sinic. Soužitím (symbiózou) tvoří obě dvě složky tělo lišejníku zvané stélka, talus (thallus). Z taxonomického hlediska jsou lišejníky lichenizovanými houbami, proto je zařazujeme do systému hub do rodů *Arthoniales*, *Graphidales*, *Lecanores*, *Dothideales*, *Caliciales*, *Verrucariales*, *Pyrenulales* a *Ostropales*. Morfologie stélky je velmi rozmanitá. Hlavní tři typy stélek lišejníků:

- kůrovitá stélka – těsně přitlačená na podklad a není možné ji oddělit bez poškození, stélka utváří povlaky, zrníčka a je viditelná jako práškovitý podklad

- lupenitá – přirůstá na podklad hlavně střední částí stélky, na podklad je buď přitlačená, nebo na okrajích odstává

- keříčkovitá – přirůstá na podklad na jednom místě a zřetelně od něho odstává, stélka tvoří rozmanitý tvar podobající se malému keři“ (Pišút 1974, s. 7)

Touto kapitolou končí teoretická část. V následující kapitole je popsán sběr, určení lišejníků a výpočet IAP.

8 Indikace kvality ovzduší aplikací bioindikační metody

V Ruprechticích a Rochlicích jsem odebral vzorky v jednotlivých zónách tak, aby danou zónu reprezentovaly. Minimum odebraných vzorků v každé zóně jsou tři a maximum osm. Velikost zóny a počet odběrů jsou ve vyrovnaném poměru. Zájemem sběru a celé práce jsou oblasti s nejvyšší hustotou obyvatel. Právě v zónách s nejvyšší koncentrací obyvatel bylo odebráno nejvíce vzorků.

8.1 Terénní průzkum a sběr

Pozorování jsem zahájil v elektronické formě, kdy jsem si prostudovával zadané území. K této činnosti mi nejlépe posloužili volně přístupné ortofotomapy na internetu. Pro sběr jsem si zakoupil na katastrálním úřadě v Liberci *Základní mapu ČR* s měřítkem 1:10 000. Celkem jsem pro pokrytí zkoumaného území potřeboval tři mapové listy. Tyto listy jsem si nechal okopírovat, pro terénní sběr jsou kopie vhodnější. Tyto kopie jsem před sběrem vybavil podrobnými popisky ulic a významných míst pro dobrou orientaci. Do mapy jsem také zakreslil zóny. Jelikož jsem podobný sběr a terénní průzkum absolvoval, měl jsem již nějaké zkušenosti a dokázal jsem se dobře připravit. Dalšími pomůckami k úspěšnému sběru byl malý nůž a šroubovák pro opatrné odebrání ze stromu. Pro dobré rozpoznání jsem sebou do terénu bral lupu. Z vlastních zkušeností vím, že je možné se splést a přinést si z terénu mechy podobné lišejníkům. Další a velmi praktickou pomůckou byly obyčejné kancelářské papíry, do kterých jsem vkládal odebrané lišejníky. Papír jsem poskládal do „obálky“ a do něj vložil vzorek. Obálky jsem zajistil lepicí páskou. Na obálku jsem označil datum, místo odběru a druh stromu. Každá obálka byla očíslovaná a podle čísel jsem si dělal poznámky potřebné k určení druhu a pokryvnosti. Tyto informace o vzorcích jsou nutné ke zjištění znečištění ovzduší v jednotlivých zónách Ruprechtic a Rochlic. Dále se vzorky pracujeme ve třech rovinách:

- citlivost
- pokryvnost
- index čistoty ovzduší

Takto jsem v terénu zmapoval přirozenou lišejníkovou vegetaci z celého území městských částí Ruprechtic a Rochlic. Vzorčky jsem odložil v obálkách do papírových krabic roztríděné podle toho, v které zóně jsem je odebral a tak byly připravené na další analýzu a pojmenování. Druhy lišejníků jsem určoval pomocí odborné literatury, lupy a hodinářské čočky. Nalezené lišejníky s místem odběru jsou znázorněny v následující tabulce.

8.2 Nalezené lišejníky

Hypogymnia physodes (L.)

Česky se tento lišejník nazývá terčovka bublinatá. Tento lišejník je z čeledi terčovité. Tento druh patří všeobecně mezi lišejníky nejvíce se u nás vyskytující. Tento druh je snadné poznat. Na svrchní straně je stélka terčovky nazelenalá a ve spod tmavá až černá. Terčovka roste celoročně a slouží jako dobrý bioindikátor, jelikož je velmi toxikotolerantní. Index citlivosti tohoto druhu je 2. Když se tento druh nevyskytuje, značí to velmi silně znečištěné ovzduší. Tento druh byl nalezen ve všech zónách s vysokým koeficientem pokrytí.

Candelaria concolor (Dickson)

Tento druh se česky nazývá svícník jednobarevný. Jeho stélka tvoří 0,5 – 2 cm široké růžice. Jeho typické zbarvení je žluté až citrónově žluté. Vyskytuje se od Skandinávie po Středomoří. Index citlivosti tohoto druhu je 3. Tento druh jsem se našel ve čtyřech zónách s nízkým koeficientem pokryvnosti oproti jiným druhům.

Physcia adscendes

Česky se tento druh nazývá terčovník odstávavý. Konce laloků tohoto druhu jsou zahnuty směrem dolů. Díky tomuto znaku jsem tento druh určoval. Tento druh se hojně vyskytoval v osmi zónách s vysokou pokryvností. Index citlivosti tohoto druhu je 5.

Xantoria parietina

Název tohoto druhu je česky terčovník zední. Tento druh je velmi lehké určit a nejde se téměř splést. Jeho stélka tvoří krásnou žlutou lupenitou stélku. Tento druh byl ze všech nalezených nejcitlivější. Index jeho citlivosti je 6.

Lecanora conizacoides

Česky se tento druh nazývá misnička práškovitá. Tento druh je velmi toxikotolerantní a vyskytuje se městských a průmyslových oblastech. Index citlivosti tohoto druhu je 2. Druh se vyskytoval často a s vysokým koeficientem pokrytí.

Parmelia sulcata

Český název tohoto druhu je terčovka brázditá. Tento druh je popisován jako tolerantní ke znečištěnému ovzduší. Barva stélky je šedá a poznává se dobře díky charakteristice zalamované stélce. Tento druh se nevyskytoval ve všech zónách, ačkoliv je jeho index citlivosti nízký – 3.

Physcia tenella

Česky se tento druh nazývá terčovník tenounký. Tento druh se velmi podobá terčovníku odstávanému. Důležitý znak pro odlišení těchto druhů je, že laloky terčovníku tenounkého směřují směrem vzhůru. Tento druh se vyskytoval často s celkem vysokou pokryvností. Index citlivosti tohoto druhu je 4.

Lecanora incana

Název tohoto druhu je česky otrus ošedivělý. Stélka tvoří jednoduší drobně práškovitý povlak bez dalších struktur, bělavé, šedé, zelenavé nebo namodralé barvy. Tento druh je také velmi toxikotolerantní. Index jeho citlivosti je 2. Jeho výskyt nebyl tak častý jako u jiných druhů se stejným indexem citlivosti.

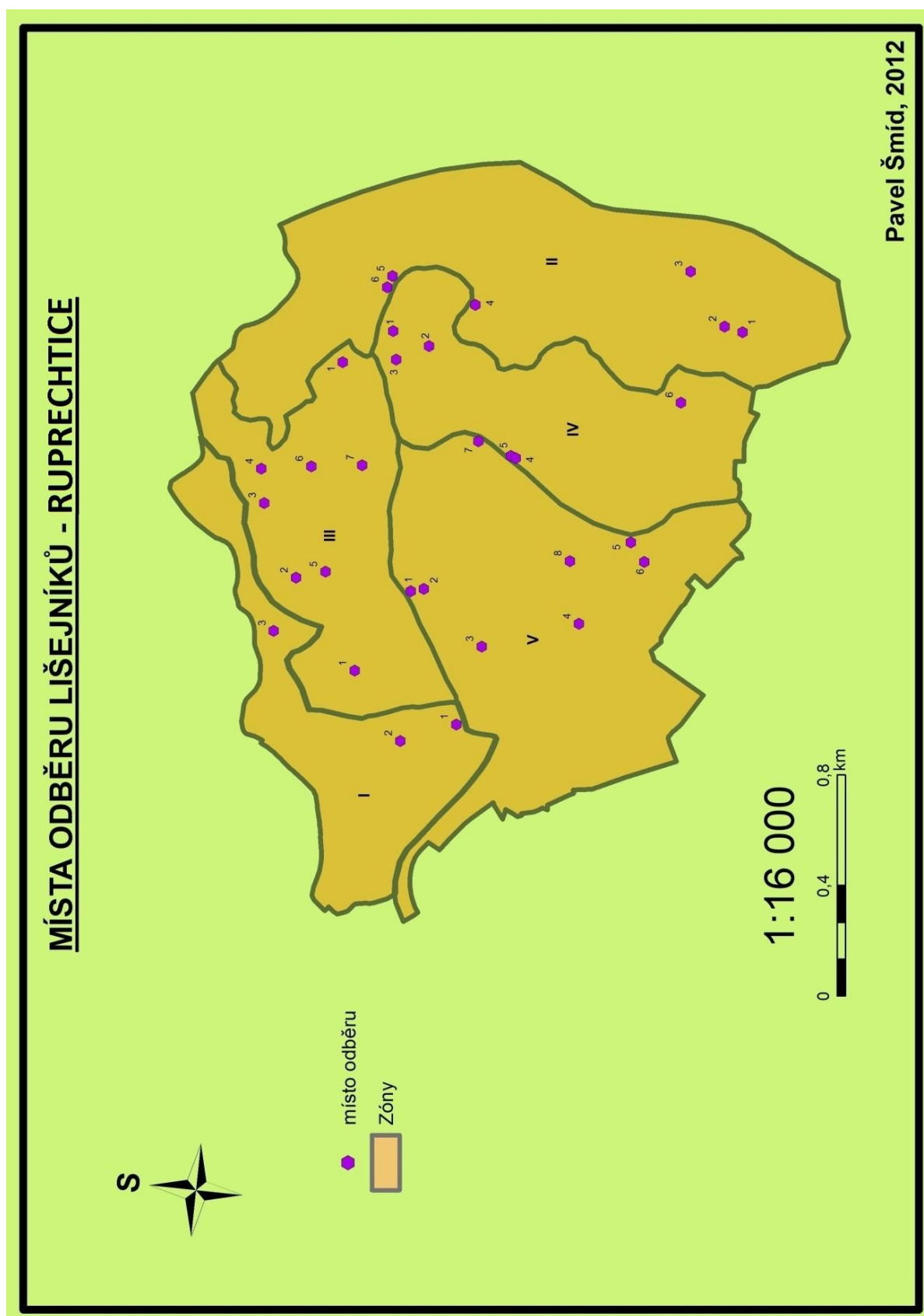
Physcia orbicularis

Český název tohoto druhu je terčovník tmavý. Jeho stélka tvoří ploché laloky zelené až zelenočerné barvy. Index citlivosti tohoto druhu je 5. Výskyt v zónách nebyl tak častý jako u jiných druhů.

Nasbírané lišejníky jsou přehledně zaznamenány v následující tabulce pro každou městskou část. Vytvořil jsem i mapu zaznamenávající místa odběru v jednotlivých zónách. Mapa městské části v Rochlicích je doplněna o viditelnost zástavby z důvodu hustoty v tomto území. Při poznávání jednotlivých druhů jsem si pomohl odbornou literaturou. (Antonín 2006), (Kalina 2005) a (Pišút 1974)

Druh lišejníku		I				II				III				IV				V								VI			Počet výskytů					
číslo vzorku		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3			
	<i>Hypogymnia physodes</i>	X	X	X	X	X	X			X		X			X	X			X				X				X						15	
	<i>Candelaria concolor</i>																				X							X					2	
	<i>Physcia adscendens</i>			X				X										X		X				X				X					6	
	<i>Xantoria parietina</i>								X		X											X	X	X				X					6	
	<i>Lecanora conizaeoides</i>				X										X		X		X	X			X		X				X	X			9	
	<i>Parmelia sulcata</i>					X	X										X	X	X		X	X		X	X	X	X	X					10	
	<i>Physcia tenella</i>	X						X			X			X			X											X		X				7
	<i>Lecanora incana</i>									X																								1
	<i>Physcia orbicularis</i>									X	X																							1

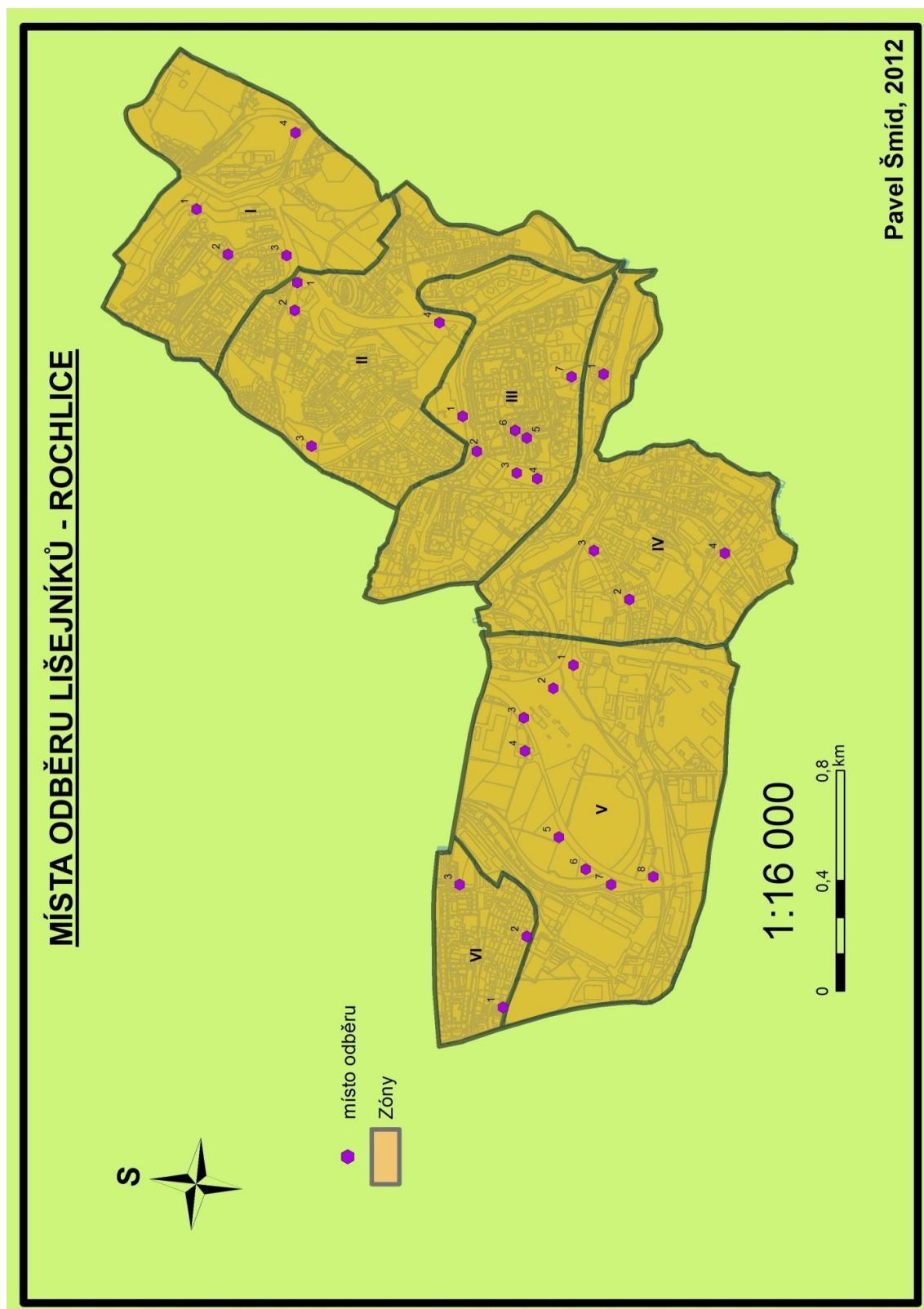
Tabulka č. 2 Sběr lišejníků
v Rochlicích



Obrázek č. 8 Mapa sběru lišejníků v Ruprechticích

Druh lišejníku	I									II									III									IV									V									Počet výskytů
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8																
číslo vzorku	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8																
<i>Hypogymnia physodes</i>		X	X				X			X	X	X												X		X																				
<i>Candelaria concolor</i>		X																																												
<i>Physcia adscendens</i>	X	X					X	X				X			X			X																												
<i>Xanthoria parietina</i>	X				X			X						X				X			X																									
<i>Lecanora conizaeoides</i>			X	X					X	X		X											X			X	X																			
<i>Parmelia sulcata</i>						X	X		X									X					X	X				X																		
<i>Physcia tenella</i>				X										X								X							X																	
<i>Lecanora incana</i>											X					X					X																									
<i>Physcia orbicularis</i>																	X					X				X	X																			

Tabulka č. 3 Sběr lišejníků
v Ruprechticích



Obrázek č. 9 Mapa sběru lišejníků v Ruprechticích

9 Výpočet IAP

Pro výpočet indexu atmosférické čistoty jednotlivých zón je potřebné určit všechny tři roviny, v kterých lišejníková bioindikační metoda pracuje. Hlavním zdrojem výpočtu této metody je dílo Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity autorů Jacques De Sloover a Fabius Le Blanc. Literatura udává stupeň citlivosti od 1 do 12.

Index citlivosti Q znamená, čím nižší číslo, tím méně citlivý druh.

V mém případě je nejcitlivějším druhem *Xanthoria parietina* a jedním nejméně citlivých druhů je *Lecanora conizaecoides*.

Koeficient pokrytí f stupnice od 1 do 5

5 – velmi hojně se vyskytující druh

4 – hojně se vyskytující druh

3 – středně se vyskytující druh

2 – málo se vyskytující druh

1 – jedna nebo dvě stélky

Index atmosférické čistoty IAP (Index of Atmospherie Purity)

$$IAP = (\sum (Q \cdot f) / 100) \cdot n$$

Σ - suma

Q – index citlivosti

f – koeficient pokrytí

n – počet druhů lišejníků

(De Sloover, J. – Le Blanc, F. 1968, s. 50)

Na základě určení druhů lišejníků, určení indexu citlivosti Q a koeficientu pokrytí f , jsem vypočítal index atmosférické čistoty pro každou zónu individuálně. Intenzitu znečištění dokládám tabulkou pro každou zónu a grafem výskytu lišejníků v Ruprechticích a Rochlicích.

9.1 Výsledky stanovení Ruprechtice

Zóna I

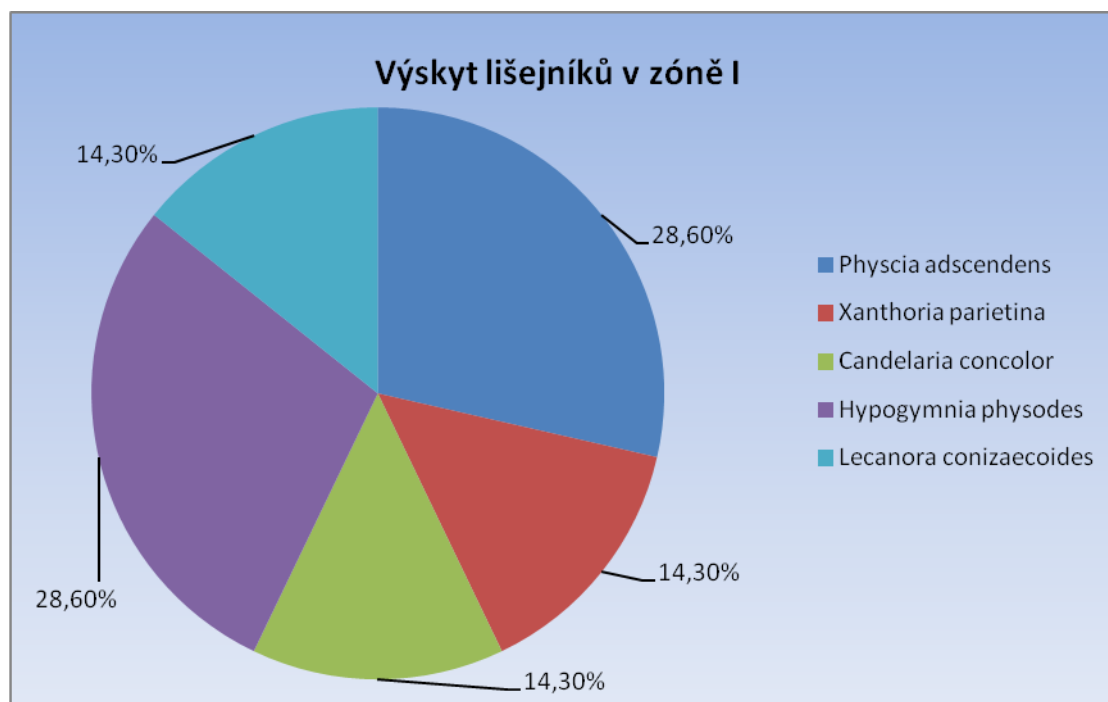
Zóna I byla nejvíce zastoupena druhy *Hypogymnia physodes* a *Physcia adscendens*. Ostatní druhy byly zastoupeny méně a v menším koeficientu pokrytí. Vzorky byly odebrány z dvou dubů a borovice.

Tabulka č.: 4

Druh lišejníku číslo vzorku	I			Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3			
Physcia adscendens	X	X		5	5	25
Xanthoria parietina	X			6	4	24
Candelaria concolor		X		3	4	12
Hypogymnia physodes		X	X	2	5	10
Lecanora conizaecoides			X	2	4	8
Počet druhů na stromě	2	3	2			79
Index atmosférické čistoty	IAP=(79/100)x5=3,95					

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 2: Výskyt lišejníků v zóně I v Ruprechticích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna II

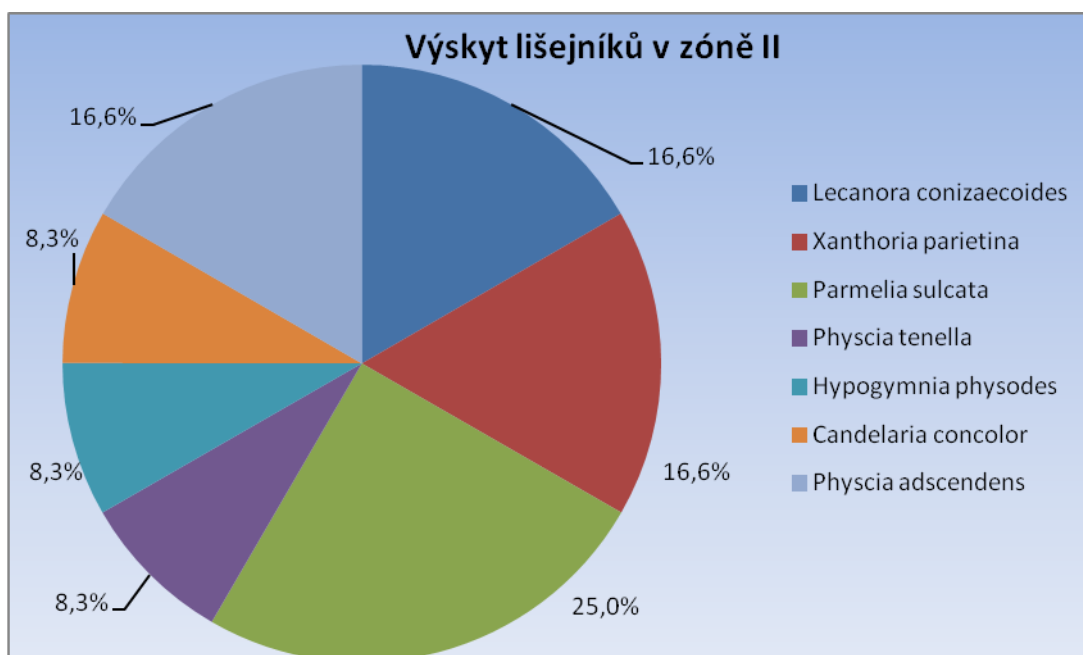
V zóně II jsem našel nejvíce druhů lišejníků v Ruprechticích. Nejvíce byla zastoupena *Parmelia sulcata*. Koeficient pokrytí byl různý. Některé druhy obrůstali strom po celé výšce kmene až po středně se vyskytující druhy. Lišejníky se nejčastěji vyskytovali na dubech, javorech a břízách. V této zóně byl pořízen obrázek č. 10.

Tabulka č.: 5

Druh lišejníku číslo vzorku	II						Index citlivost Q	Pokrytí f	Qxf
	1	2	3	4	5	6			
Lecanora conizaecoides	X					X	2	4	8
Xanthoria parietina		X			X		6	4	24
Parmelia sulcata		X	X	X			3	4	12
Physcia tenella		X					4	5	20
Hypogymnia physodes				X			2	4	8
Candelaria concolor				X			3	3	9
Physcia adscendens					X	X	5	5	25
Počet druhů na stromě	1	3	1	3	2	2			106
Index atmosférické čistoty	IAP=(106/100)x7=7,42								

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 3: Výskyt lišejníků v zóně II v Ruprechticích, 2012



Zdroj: vlastní graf



Obrázek č. 10 Strom v Ruprechticích

Zóna III

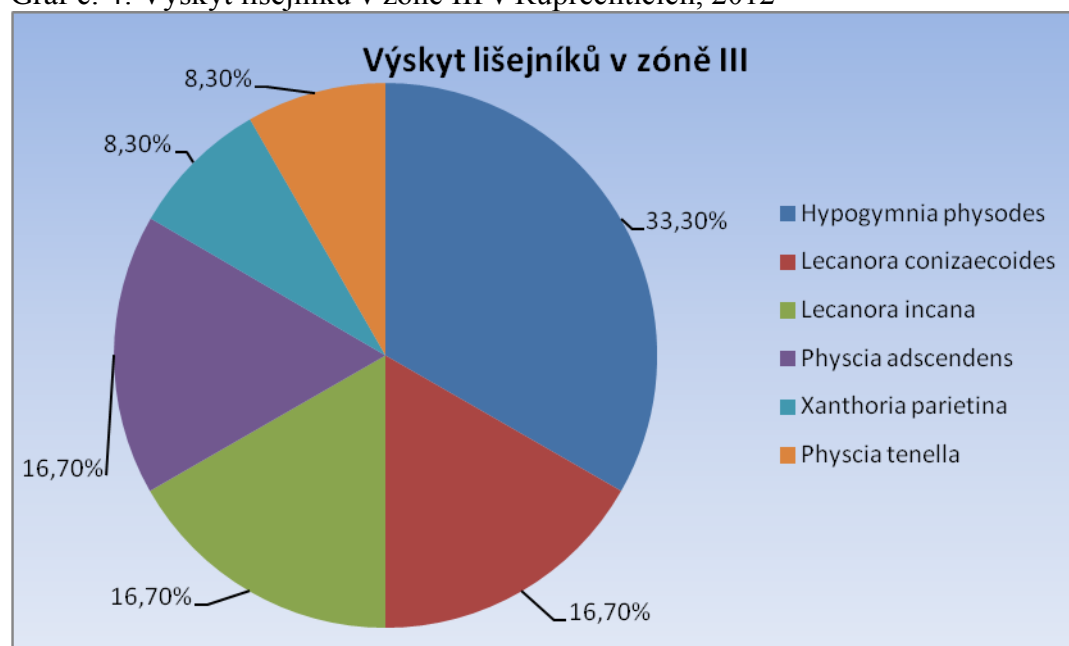
V zóně III byl nejvíce zastoupen druh *Hypogymnia physodes*. V této zóně bylo obtížné odebírat lišejníky, jelikož stromy byly na soukromých pozemcích a právo soukromého vlastnictví jsem musel respektovat. Nejcitlivější druh *Xanthoria parietina* byl v této zóně vzácný s malým koeficientem pokryvu. Vzorky byly odebrány z dubů, břízy, javoru a ovocných stromů.

Tabulka č.: 6

Druh lišejníku číslo vzorku	III							Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4	5	6	7			
<i>Hypogymnia physodes</i>	X	X	X	X				2	5	10
<i>Lecanora conizaecoides</i>	X		X					2	5	10
<i>Lecanora incana</i>		X					X	2	4	8
<i>Physcia adscendens</i>			X			X		5	4	20
<i>Xanthoria parietina</i>					X			6	3	18
<i>Physcia tenella</i>					X			4	4	16
Počet druhů na stromě	2	2	3	1	2	1	1			82
Index atmosférické čistoty	$IAP = (82/100) \times 6 = 4,92$									

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 4: Výskyt lišejníků v zóně III v Ruprechticích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna IV

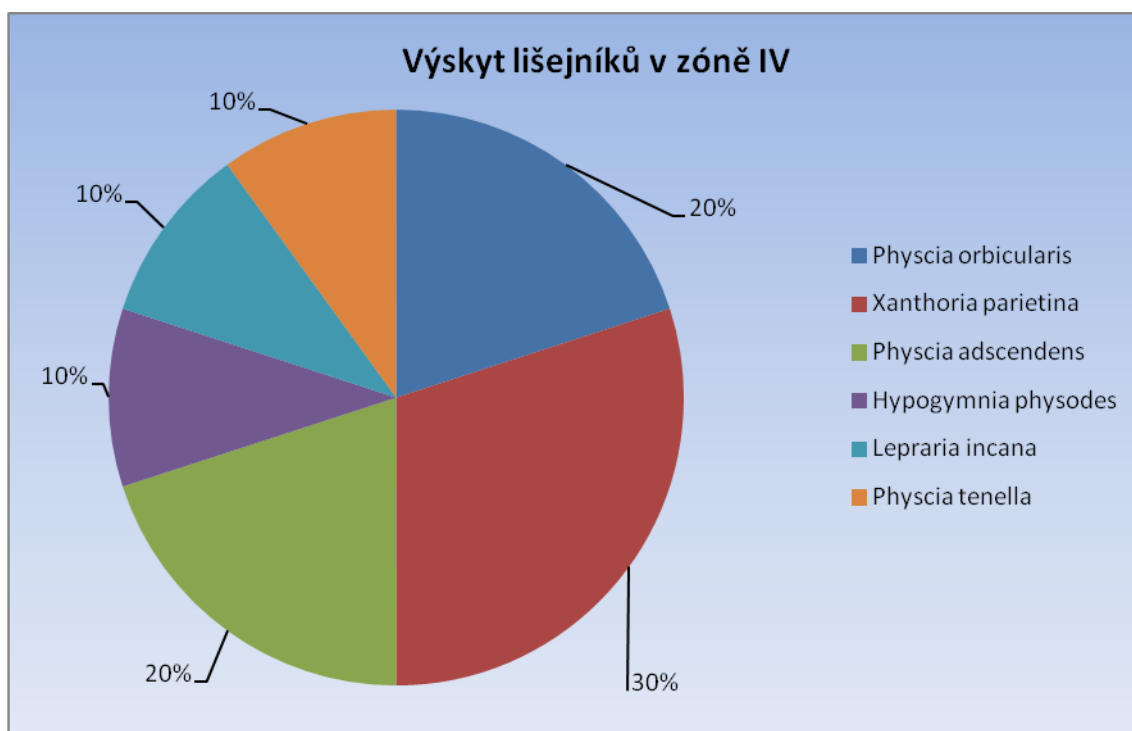
Zóna IV byla druhově bohatá a koeficient pokrytí většiny druhů byl hojně se vyskytující. Nejvíce byl zastoupen druh *Xanthoria parietina*, který patří k citlivějším druhům. Naopak vysoce odolný druh *Hypogymnia physodes* byl v této lokalitě nejméně zastoupen. Vzorky byly odebrány z dubů, bříz, lípy a jasanu ztepilého.

Tabulka č.: 7

Druh lišejníku číslo vzorku	IV						Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4	5	6			
<i>Physcia orbicularis</i>	X					X	5	4	20
<i>Xanthoria parietina</i>		X		X	X		6	5	30
<i>Physcia adscendens</i>		X		X			5	4	20
<i>Hypogymnia physodes</i>			X				2	4	8
<i>Lepraria incana</i>					X		2	3	6
<i>Physcia tenella</i>						X	4	4	16
Počet druhů na stromě	1	2	1	2	2	2			100
Index atmosférické čistoty	IAP=(100/100)x6=6								

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č.:5 Výskyt lišejníků v zóně IV v Ruprechticích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna V

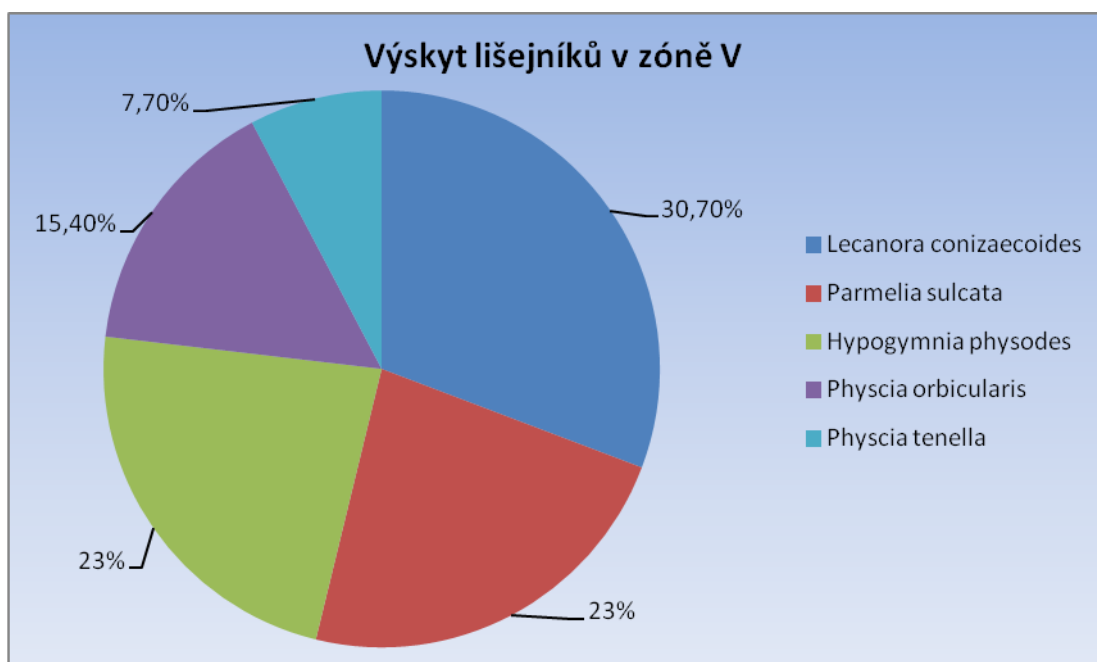
V zóně V bylo také obtížnější sbírat vzorky pro výpočet IAP, jelikož pohyb byl omezen pouze na veřejné prostory. V této zóně bylo odebráno nejvíce vzorků, jedná se totiž o velkou a hustě obydlenou plochu. Málo citlivé druhy zde byly zastoupeny vysokým výskytem a maximální pokryvností, jedná se o druhy *Lecanora conizaecoides* a *Hypogymnia physodes*. Vzorky byly odebrány z dubů, javoru, břízy a borovic.

Tabulka č.: 8

Druh lišejníku číslo vzorku	V								Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Lecanora conizaecoides	X		X		X	X			2	5	10
Parmelia sulcata	X	X	X						3	4	12
Hypogymnia physodes		X		X			X		2	5	10
Physcia orbicularis					X	X			5	4	20
Physcia tenella								X	4	3	12
Počet druhů na stromě	2	2	2	1	2	2	1	1			64
Index atmosférické čistoty	IAP=(64/100)x5=3,2										

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 6: Výskyt lišejníků v zóně IV v Ruprechticích, 2012



Zdroj: vlastní graf

9.2 Výsledky stanovení v Rochlicích

Zóna I

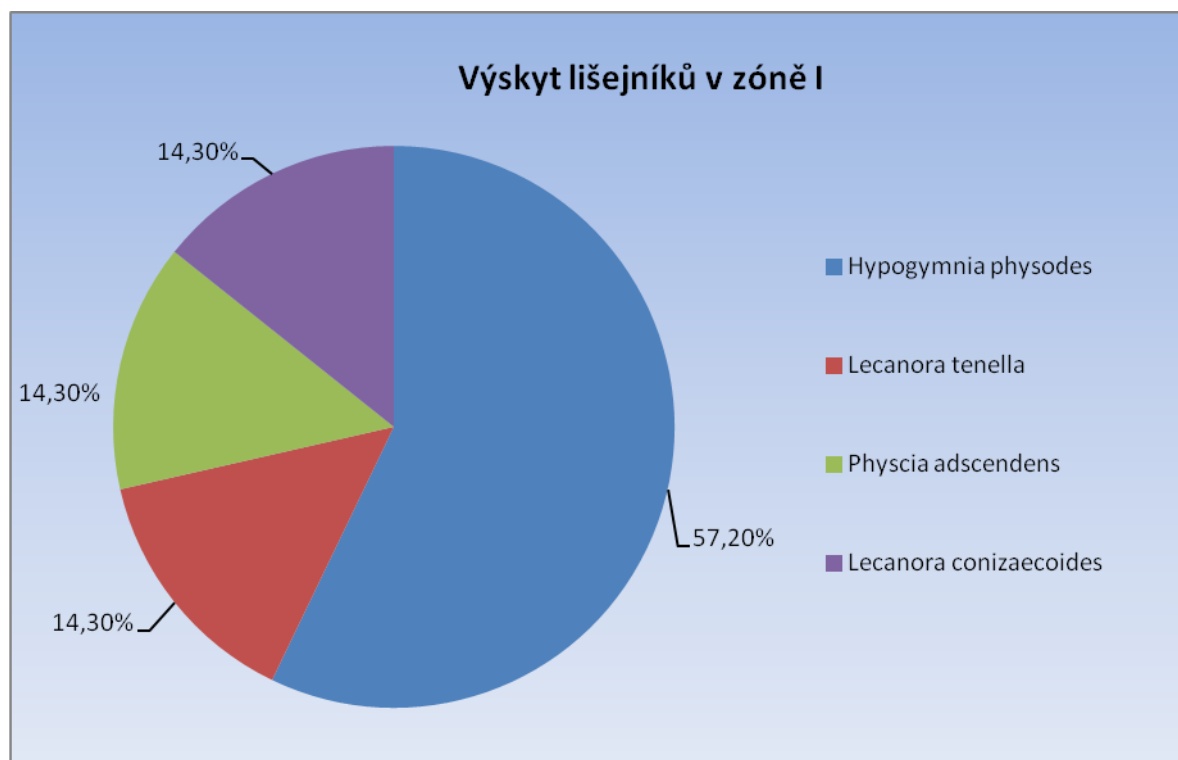
V zóně I byl nejvíce zastoupen toxikotolerantní druh *Hypogymnia physodes*. Ostatní druhy byly zastoupeny méně. Tato zóna nevykazuje vysoký index citlivosti, její IAP vyšel nejhůře. Vzorky byly odebrány z dubů, břízy a javoru.

Tabulka č.: 9

Druh lišejníku číslo vzorku	I				Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4			
Hypogymnia physodes	X	X	X	X	2	5	10
Physcia tenella		X			4	5	20
Physcia adscendens			X		5	3	15
Lecanora conizaecoides				X	2	4	8
Počet druhů na stromě	1	2	2	2			53
Index atmosférické čistoty	IAP=(53/100)x4=2,12						

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 7: Výskyt lišejníků v zóně I v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna II

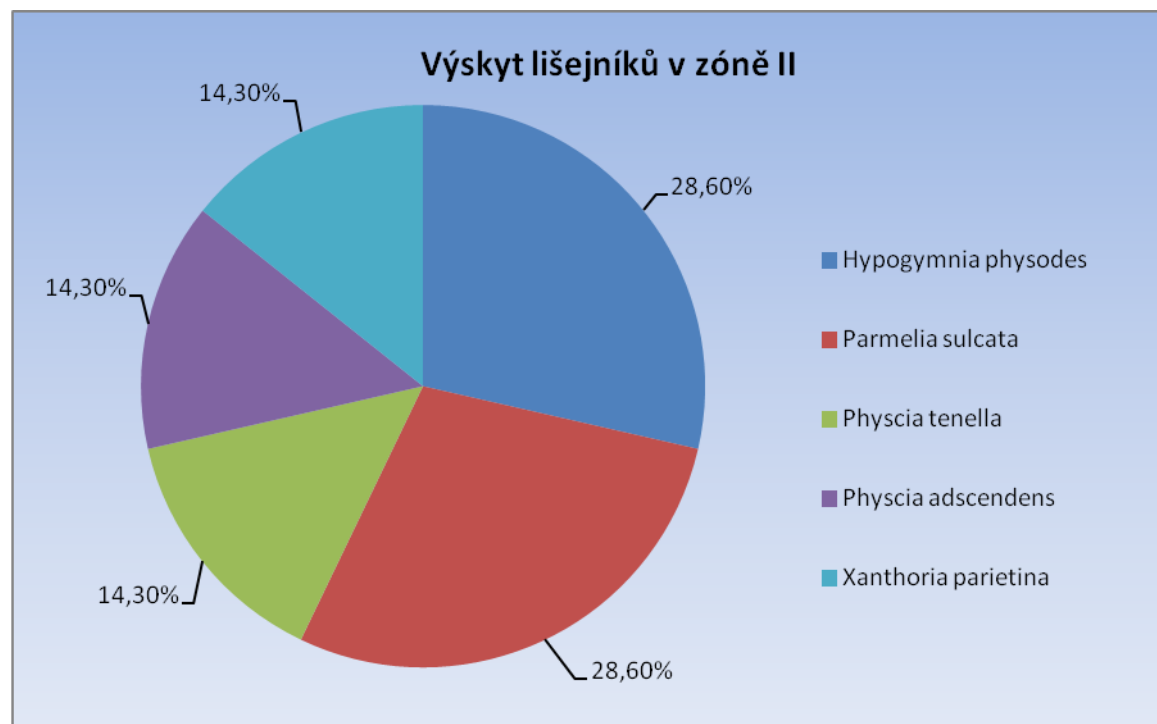
Tato zóna je druhově rozmanitější než zóna I. Byl zde nalezen citlivý druh *Xanthoria parietina*. Opět zde byly nejvíce zastoupeny toxikotolerantní druhy s velkým koeficientem pokryvnosti. Vzorky byly odebrány z lípy, dubu, borovice a břízy.

Tabulka č.: 10

Druh lišejníku číslo vzorku	II				Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4			
Hypogymnia physodes	X	X			2	5	10
Parmelia sulcata	X	X			3	5	15
Physcia tenella		X			4	4	16
Physcia adscendens			X		5	3	15
Xanthoria parietina				X	6	3	18
Počet druhů na stromě	2	3	1	1			74
Index atmosférické čistoty	IAP=(74/100)x5=3,7						

Zdroj:vlastní tabulka

Graf č. 8: Výskyt lišejníků v zóně II v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna III

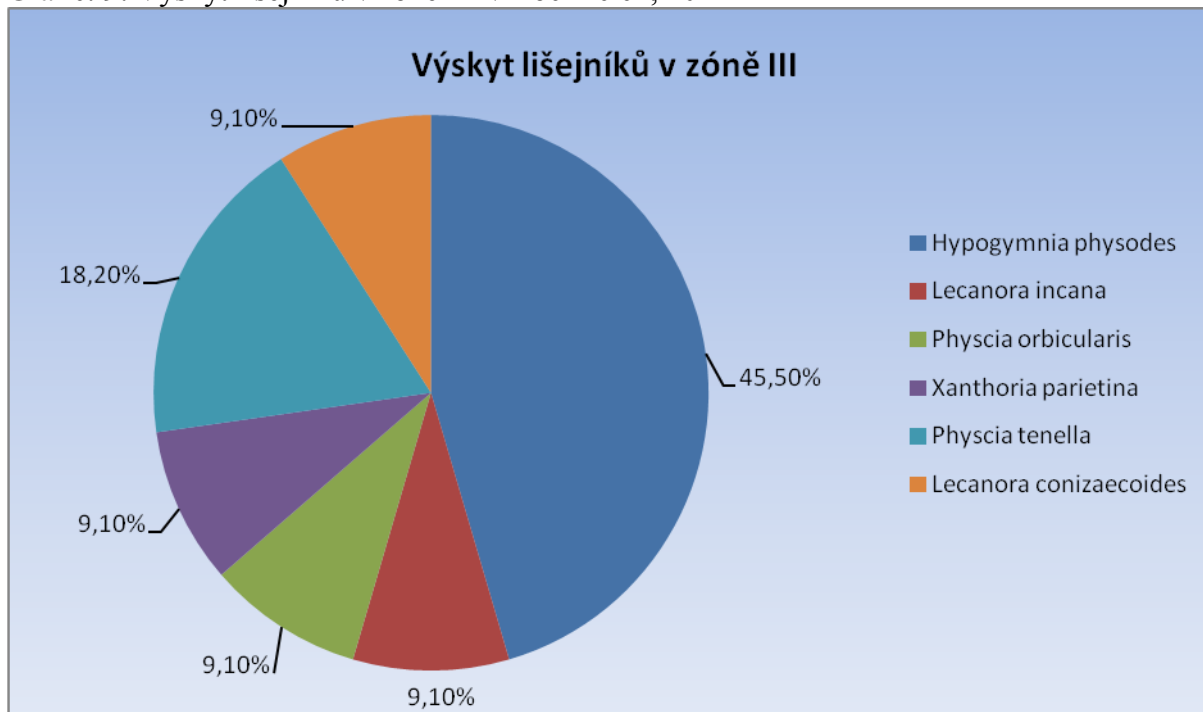
V této zóně opět dominoval odolný druh *Hypogymnia physodes*. Bylo zde nalezeno poměrně dost druhů, ale citlivé druhy měli velmi nízký koeficient pokrytí. Odběry vzorků byly z lip, dubů, břízy a javoru.

Tabulka č.: 11

Druh lišejníku číslo vzorku	III							Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4	5	6	7			
Hypogymnia physodes	X		X	X		X	X	2	5	10
Lecanora incana	X							2	4	8
Physcia orbicularis	X							5	2	10
Xanthoria parietina		X						6	2	12
Physcia tenella		X			X			4	4	16
Lecanora conizaecoides						X		2	4	8
Počet druhů na stromě	3	2	1	1	1	2	1			64
Index atmosférické čistoty	IAP=(64/100)x6=3,84									

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 9: Výskyt lišejníků v zóně III v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna IV

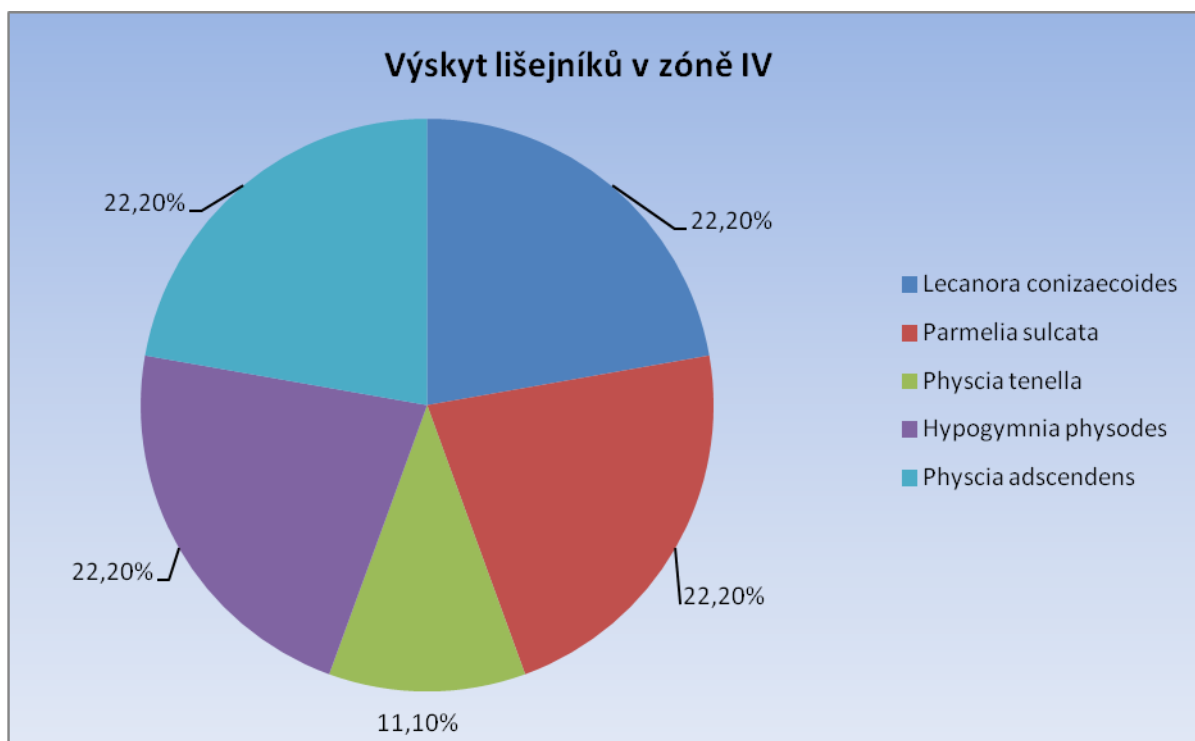
V zóně IV se vyskytovaly druhy s nízkým indexem citlivosti. Koeficient pokrytí těchto druhů byl celkem vysoký. Vzorky byly odebrány z lípy, břízy a borovice.

Tabulka č.: 12

Druh lišejníku číslo vzorku	IV				Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4			
Lecanora conizaecoides	X			X	2	4	8
Parmelia sulcata	X		X		3	4	12
Physcia tenella	X				4	3	12
Hypogymnia physodes		X	X		2	5	10
Physcia adscendens		X		X	5	4	20
Počet druhů na stromě	3	2	2	2			62
Index atmosférické čistoty	IAP=(62/100)x5=3,1						

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 10: Výskyt lišejníků v zóně IV v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna V

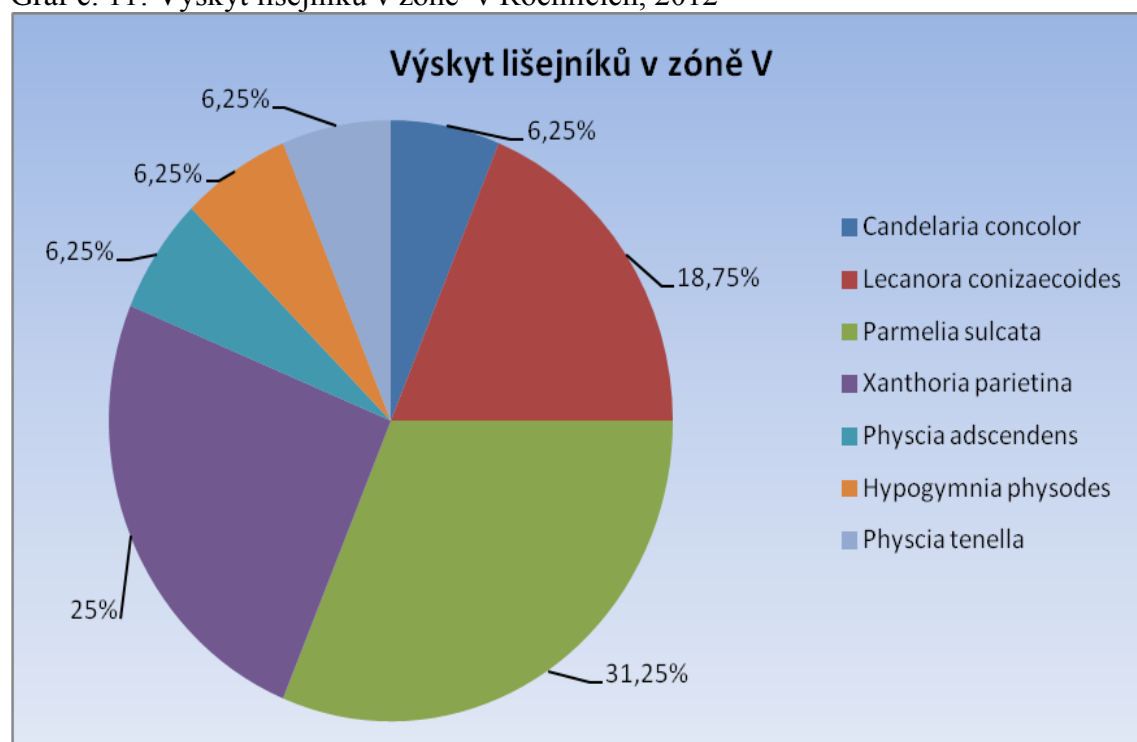
V této zóně bylo provedeno nejvíce odběrů ze všech zón. V této zóně se velmi hojně vyskytoval citlivý druh *Xanthoria parietina*. Koeficient pokryvnosti tohoto druhu byl vysoký. Právě díky tomuto druhu vyšel IAP překvapivě pozitivní. Vzorky byly odebrány z dubů, bříz, javoru a jabloně.

Tabulka č. 13

Druh lišejníku číslo vzorku	V								Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Candelaria concolor	X								3	2	6
Lecanora conizaecoides	X		X			X			2	5	10
Parmelia sulcata	X	X			X	X	X		3	5	15
Xanthoria parietina		X	X	X				X	6	5	30
Physcia adscendens				X					5	3	15
Hypogymnia physodes							X		2	4	8
Physcia tenella								X	4	2	8
Počet druhů na stromě	3	2	2	2	1	2	2	2			92
Index atmosférické čistoty	IAP=(92/100)x7=6,44										

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 11: Výskyt lišejníků v zóně v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

Zóna VI

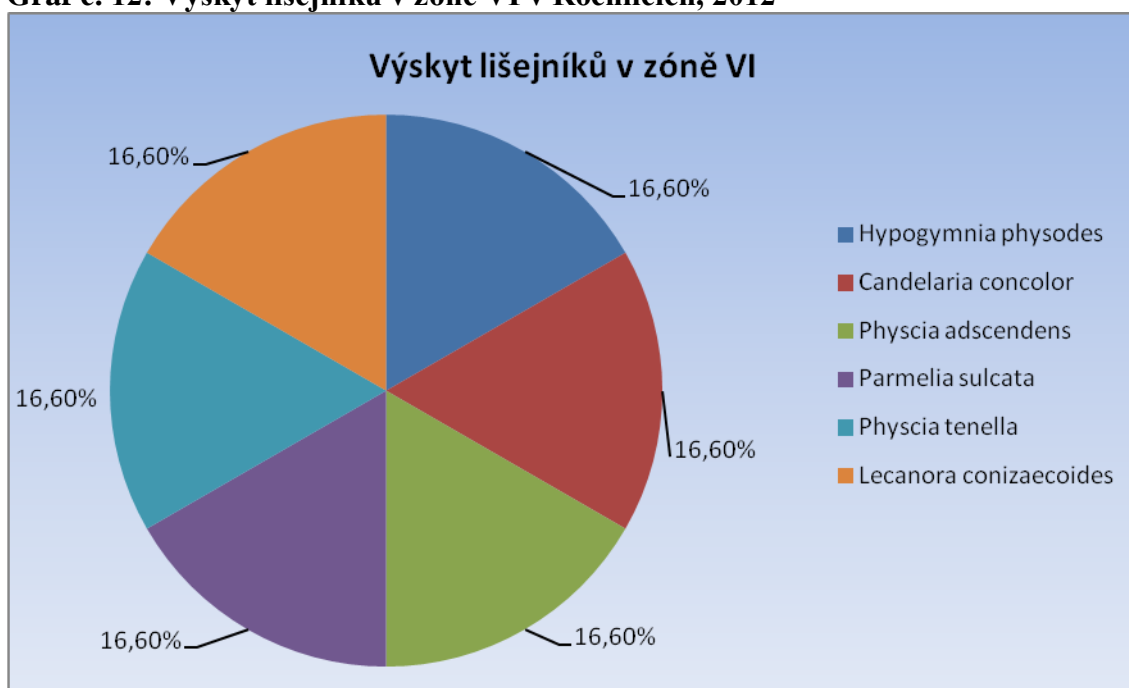
Zóna VI je na poměr plochy a zastoupení druhů bohatá. Odebrané lišejníky nedosahují velkého koeficientu pokrytí. Vzorky byly odebrány z lípy, břízy a borovice.

Tabulka č.: 14

Druh lišejníku číslo vzorku	VI			Index citlivosti Q	Pokrytí f	Q x f
	1	2	3			
Hypogymnia physodes			X	2	4	8
Candelaria concolor	X			3	2	6
Phycia adscendens	X			5	3	15
Parmelia sulcata	X			3	4	12
Phycia tenella		X		4	4	16
Lecanora conizaecoides		X		2	4	8
Počet druhů na stromě	3	2	1			65
Index atmosférické čistoty	IAP=(65/100)x6=3,9					

Zdroj: vlastní tabulka

Graf č. 12: Výskyt lišejníků v zóně VI v Rochlicích, 2012



Zdroj: vlastní graf

10. Aplikace výsledků IAP ve vybraných zónách

Z výsledků výpočtů indexu atmosférické čistoty je možné vidět aktuální stav znečištění ovzduší diferenciované v jednotlivých zónách ve vybraných městských částech města Liberce. Hodnota indexu atmosférické čistoty stoupá se snižující se koncentrací škodlivin v ovzduší. Abych mohl číselné hodnoty získané výpočtem převést na konkrétní slovní hodnocení, pomohl jsem si tabulkou sestavenou odborníky.

Tabulka č.: 15

Zóna	IAP	Počet druhů	Vyjádření stupně zátěže
1	0,3 - a	0 - 4	Velmi silně zatížená zóna
	3,1 - 6,0 - b	5 - 6	
2	6,1 - 12,0	7 - 8	Silně zatížená zóna
3	12,1 - 20,2 - a	9 - 10	Relativně čistá zóna
	20,1 a více - b	více než 12	

Zdroj: Banášová – Holub (1985)

Vyjádřením stupně zátěže se dostávám k cíli mé práce. Všechny získané údaje jsem zaznamenal přehledně do následujících tabulek pro městské části Liberce – Ruprechtice a Rochlice. Tyto tabulky vyjadřují stupně znečištění ovzduší v jednotlivých částech města a jejich zón.

Tabulka č.: 16 – Výsledné hodnoty v Ruprechticích

Číslo zóny	Počet nalezených druhů lišejníků	Index atmosférické čistoty (IAP)	Zátěž životního prostředí	Hodnocení kvality ovzduší
Zóna I	5	3,95	1b	velmi silně znečištěné
Zóna II	7	7,42	2	silně znečištěné
Zóna III	6	4,92	1b	velmi silně znečištěné
Zóna IV	6	6	1b	velmi silně znečištěné
Zóna V	5	3,2	1b	velmi silně znečištěné

Zdroj: vlastní tabulka

Tabulka č.:17 - Výsledné hodnoty v Rochlicích

Číslo zóny	Počet nalezených druhů lišejníků	Index atmosférické čistoty (IAP)	Zátěž životního prostředí	Hodnocení kvality ovzduší
Zóna I	4	2,12	1a	velmi silně znečištěné
Zóna II	5	3,7	1b	velmi silně znečištěné
Zóna III	6	3,84	1b	velmi silně znečištěné
Zóna IV	5	3,1	1b	velmi silně znečištěné
Zóna V	7	6,44	2	silně znečištěné
Zóna VI	6	3,9	1b	velmi silně znečištěné

Zdroj: vlastní tabulka

Závěrem této praktické části mé práce je slovní hodnocení zjištěného ohrožení obyvatel znečištěním ovzduší v jednotlivých zónách městských částí Liberce.

10. 1 Hodnocení ovzduší v jednotlivých zónách Rochlic

Zóna I

Z tabulky č. 17 je viditelné, že zóna I je velmi silně znečištěná území. Tato zóna vykázala nejhorší index atmosférické čistoty z obou městských částí. Hodnota IAP je 2,12 a oblast díky tomuto výsledku spadá do zátěže životního prostředí 1a. Tato hodnota přiřazuje zónu I do horší kategorie z velmi silně zatížené zóny. Tento výsledek zvýšil zájem o tuto zónu. Pátral jsem po příčině tohoto stavu a zjišťoval důvody. Sídliště Broumovská, které tvoří většinu této zóny, je hustě zastavěné s intenzivní dopravou. Dopravní situaci zhoršuje intenzivní autobusová městská doprava, která je v těchto částech města nutná. Nachází se zde mateřská, rodinná a základní škola. Protože je tato oblast na tom nejhůře, ohrožené jsou všechny věkové skupiny obyvatel. Nejhůře na tom budou alergikové, děti do 5 let a lidé trpící chronickými onemocněními.

Zóna II

V této zóně hodnota IAP vyšla 3,7. Zóna II je přechodná zóna mezi sídlišti Broumovská a Rochlice. Zóna má menší dopravní zátěž a menší intenzitu zástavby, přesto toto území je hodnoceno jako velmi silně znečištěné - 1b. Zlepšení oproti zóně I je v zařazení do lepší kategorie 1b. Mezi nejvíce ohrožené skupiny obyvatel patří děti, mládež a senioři. Zástavba je zde pestřejší, charakteristické jsou rodinné, bytové domy a několik panelových domů.

Zóna III

Toto území je v podstatě území sídliště Rochlice. U této zóny jsem z počátku odhadoval nejhorší výsledky. Rochlice skončili na pátém místě z jedenácti měření. Hodnota IAP je 3,84 a území je hodnoceno jako velmi silně znečištěná. V zóně je velmi hustá intenzita obyvatel, zástavby a dopravy. Rochlice jsou nejlidnatější městskou částí Liberce. Na území se nachází mateřské a základní a tři domovy důchodců. Mezi nejvíce ohrožené skupiny obyvatel opět patří děti, mládež, alergici a senioři. Opatrnost by měla být zvýšená při zvýšené fyzické námaze a sportu.

Zóna IV

Hodnota IAP pro zónu IV je druhá nejhorší ze všech ostatních zón v Liberci. Hodnota je 3,1, tato hodnota je krajní v kategorii 1b. Toto území je hodnoceno jako velmi silně zatížené. Důvodem tohoto negativního stavu je charakter této zóny. Zónou prochází silniční komunikace směřující do Vratislavic a do Liberce. Částí zóny prochází také železniční trať. Nachází se zde průmyslové oblasti a jen několik rodinných domů. Koncentrace obyvatel je zde malá a potencionálně je ohrožen malý počet obyvatel. Zvýšená koncentrace v této zóně bude v pracovních hodinách, a proto by měli pracující dbát na zvýšenou fyzickou námahu.

Zóna V

Tato zóna zjištěnými výsledky velmi překvapila. Hodnota IAP vyšla 6,44. Tento výsledek řadí zónu V jako nejméně znečištěnou v Rochlicích a jako druhou nejčistší, že

všech zón v Liberci. Zjištěný IAP přiřazuje území jako 2 v zátěži životního prostředí. Na území se nachází pouze tři rodinné domy. Většinu území tvoří průmyslové zóny, železniční trať a nezastavěné plochy.

Zóna VI

Plochou nejmenší zóna ze všech. Hodnota IAP v této zóně vyšla 3,9. Zatížení životní prostředí díky hodnotě IAP je 1b. Toto hodnocení vykazovala většina zón na území Rochlice. Tato zóna je charakterizována rodinnými a panelovými domy. Hustota obyvatel je zde zvýšená, podobně jako v zóně I. Proto jsou nejvíce ohroženy všechny skupiny obyvatel a nejvíce opět děti, mládež, alergici a senioři.

10. 2 Hodnocení ovzduší v jednotlivých zónách Ruprechtic

Zóna I

Zóna I tvoří severní hranici městské části Ruprechtice. Toto území je téměř celé zalesněné, obytné budovy – rodinné domy se nachází na jihu. Hodnota IAP pro tuto zónu vyšla 3,95. Hodnocení zátěže životního prostředí vyšla 1b. Tento výsledek mne u takto zalesněné zóny překvapil. Navíc severní hranici tvoří Černá Nisa, takže teoreticky by se dalo u vodního toku předpokládat méně znečištěné životní prostředí.

Zóna II

Na ploše tohoto území se nachází pouze jeden rodinný dům. Na území sleží lom na stavební kámen. Hodnota IAP v tomto území vyšla nejlépe ze všech zón v Liberci, 7,42. Tento výsledek hodnotí zónu jako silně znečištěnou – 2. Podobný výsledek jsem u tohoto území očekával. Tato zóna je plně zalesněná. Slouží převážně jako odpočinková a sportovně relaxační. Jsou zde Lidové sady, které jsou oblíbené pro procházky v přírodě s cílem lepšího životního prostředí oproti centru města. Tato zóna je pro svůj IAP nejvhodnější pro sport a fyzickou zátěž.

Zóna III

Hodnota IAP pro zónu III vyšla 4,92. Hodnocení zátěže životního prostředí vyšla 1b – velmi silně znečištěná. Hustota zástavby a dopravní situace nejsou tak intenzivní jako například v Rochlicích. Zástavbu zde tvoří rodinné domy a zahrádkářské kolonie. Na území se nachází také několik bytových domů. Hustota zástavby se zvyšuje směrem na jih. Nejvíce ohroženými skupinami obyvatel jsou děti, mládež, alergici a senioři.

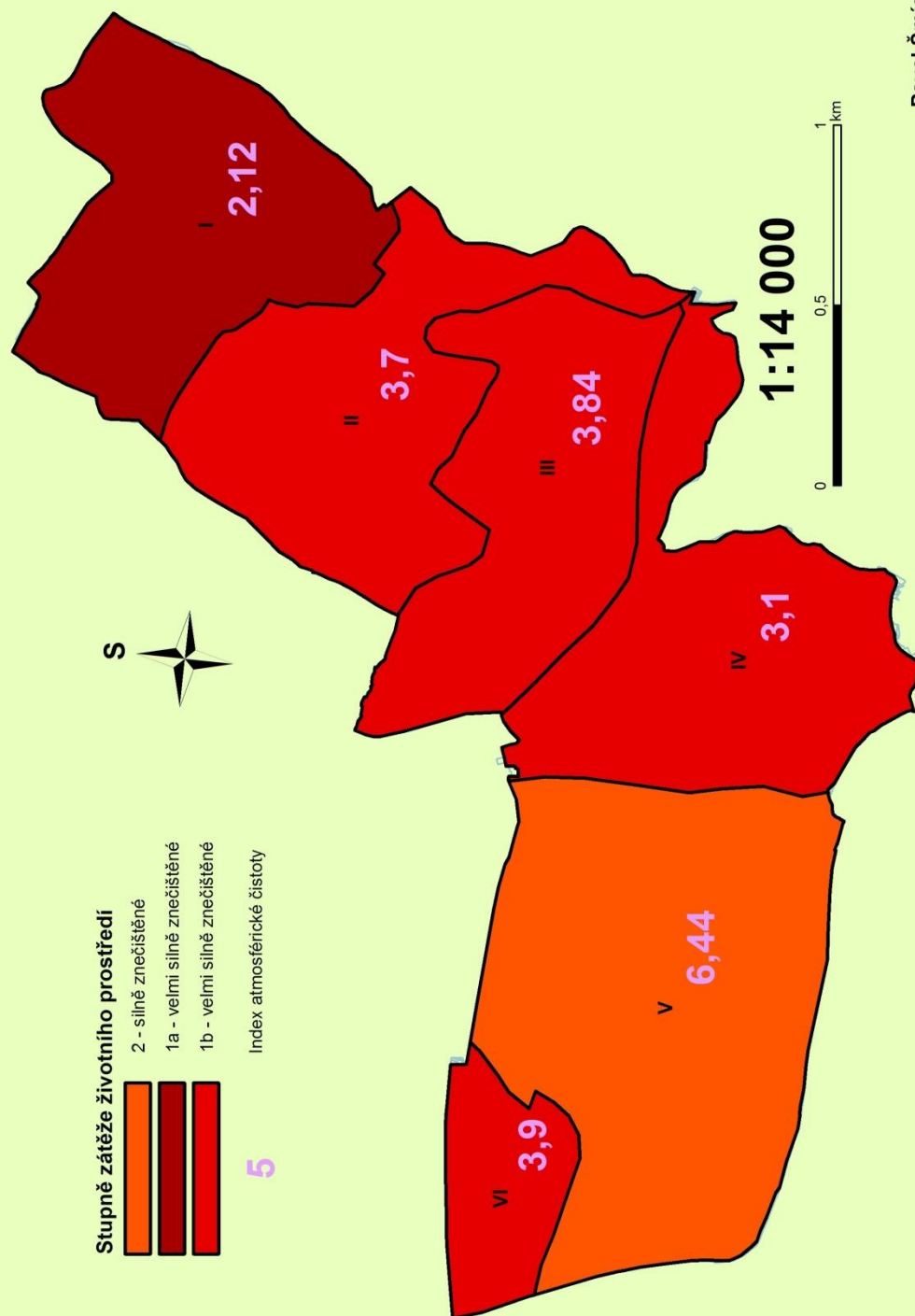
Zóna IV

Tato území tvoří přechodnou oblast mezi zónou II a V. Část blíže pásmu II je zalesněná na východě a část bližší zóně V je zastavěna rodinnými domy na západě. Hodnota IAP vyšla 6 a hodnocení zátěže životního prostředí – 1b, což oblast hodnotí jako velmi silně znečištěnou. Nicméně tato oblast je třetí nejméně zatížena z jedenácti zón v Liberci. Její hodnoty se pohybují přesně na horní hranici kategorie 1b. V této části jsou nejvíce ohroženi opět mladí, staří obyvatelé a lidé s dýchacími problémy.

Zóna V

Tato oblast je plochou největší se všemi zón a zároveň nejvíce znečištěnou na území Ruprechtic. Ze všech zón je třetí nejvíce zatížena. Hodnota IAP vyšla 3,2 a hodnocení zátěže životního prostředí 1b. Na ploše této zóny žije nejvíce obyvatel z celých Ruprechtic. Intenzita počtu obyvatel roste směrem na jih, k centru města. Zároveň je zde i hustá dopravní síť se zvýšenou intenzitou. Na území se nachází mateřské, základní školy a vojenské objekty. Nejvíce ohroženými skupinami obyvatel budou děti, mládež, senioři, alergici a vojáci podstupující zvýšenou fyzickou zátěž.

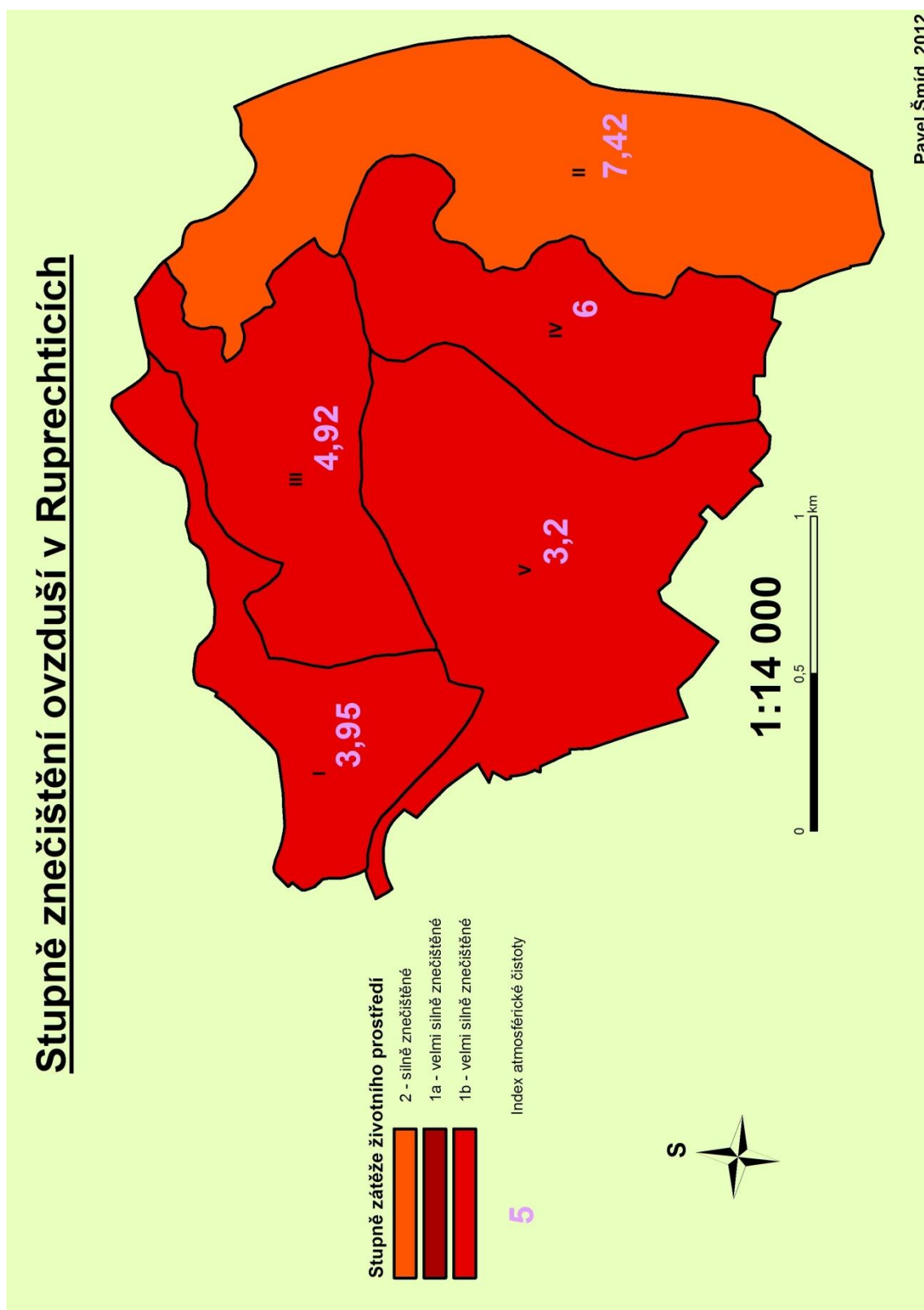
Stupně znečištění ovzduší v Rochlicích



Pavel Šmíd, 2012

Obrázek č. 11 Výsledná mapa stupně znečištění ovzduší v Rochlicích

Stupně znečištění ovzduší v Ruprechticích



Obrázek č. 12 Výsledná mapa stupně znečištění ovzduší v Ruprechticích

Závěr

Cílem mé práce bylo zjistit stupně znečištění ve vybraných městských částech Liberce. Na základě provedeného sběru, rozpoznání lišejníků a výpočtu IAP jsem mohl tohoto cíle dosáhnout. Zjištěné zátěže životního prostředí dle IAP je možné vidět v tabulkách č. 16 a 17. Dle stanovených hypotéz, jsem předpokládal rozdílné výsledky v jednotlivých městských částech. Tyto předpoklady potvrdily získané výpočty. Roli čistější části hráli Ruprechtice a roli znečištěnější části Rochlice. I tento předpoklad vyšel. Potvrzuje ho fakt, že čtyři z pěti nejhůře hodnocených zón se nacházejí v Rochlicích. Všechny tyto výsledky upozorňují na špatný stav ovzduší v Liberci. Cíl bakalářské práce se mi podařilo splnit. Výsledky mé práce mohou sloužit městu Liberci jako jeden z podkladů při vypracování projektů, např. při výsadbě zeleně, při tvorbě a regeneraci rekreačních a oddychových míst.

Z hodnocení zátěže životního prostředí vyplývá, že devět zón v Ruprechticích a Rochlicích je velmi silně znečištěné. V každé z těchto městských částí se nachází jedna zóna, která je silně znečištěná. Alarmující je výsledek ze zón s nejvyšší koncentrací obyvatel na km², jejich stupně zátěže životního prostředí byly nejvyšší. Myslím si, že tento zjištěný údaj nejvíce ovlivňuje doprava. V Rochlicích je vysoká hustota silniční dopravní sítě, větší dopravní provoz soukromých automobilů a autobusů hromadné dopravy. Pozitivní je fakt, že oblast Lidových sadů, kam lidé chodí sportovat a odpočívat patří do zóny s nejnižším stupněm zátěže a nejvyšším IAP. V celkovém hodnocení je menší zátěž v Ruprechticích než v Rochlicích. Rozdíly ve výsledných zátěžích životního prostředí jsou malé. Důležité je si uvědomit, že rozptylové podmínky v Liberecké kotlině jsou schopné velmi rychle změnit druh a koncentraci imisí ovzduší. Velký zdroj emisí je situován za hranicemi země s problematickými možnostmi regulace z naší strany. Polská hnědouhelná elektrárna se významně projevuje škodlivostí i v Liberci.

Zdroje

Literatura a elektronické publikace:

ANDĚL, P., 2011. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Evernia s.r.o. Liberec. 265 s. ISBN 80-903787-9-7

ANTONÍN, V. 2006. *Encyklopedie hub a lišejníků*. Libri Praha 2006. 472 s. ISBN 80-200-1476-4

BANÁSOVÁ, V. - HOLUB, Z. 1985: *Využitie rastlín ako indikátorov prírodného prostredia, antropogénne degradovaného*. Bratislava: ZSVTS, 1985. s. 62.

ČERVINKA, Š., JANKOVSKÁ, M., 1996. *Sledování cizorodých organických sloučenin v ovzduší města Liberce*. Vyd. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb a.s., Praha. 60 s.

DE SLOOVER, J. - LE BLANC, F. 1968. *Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity*. Varanasi-5, India: Department of Botany, 1968. Banaras Hindu University. 56 s.

HILBERT, H., et al., 2011. *Metoda hodnocení lokální kvality životního prostředí*. Katedra geografie, Fakulta přírodovědecké a humanitní, Liberecké university, 97 s.

HONOVÁ, J., 2010. *Stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí*

HŮNOVÁ, I., JANOUŠKOVÁ, S., 2004. *Úvod do problematiky znečištění venkovského ovzduší*. Praha: Karolinum. 144 s. ISBN 80-246-0796-4

KALINA, T., VÁŇA J., 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karlova univerzita 2005. 606 s. ISBN 80- 246-1036-1

KOTLÍK, B. et, al., 2005, *Studie prostorového rozložení zátěže obyvatelstva z venkovního ovzduší*. 67 s.

KUČEROVÁ, J., et al., 2010. *Zdroje znečišťování ovzduší a orgány ochrany ovzduší*. Vyd.: Krajská hygienická stanice Libereckého kraje se sídlem v Liberci. 5 s.

KUŽEL, J., 2010. *Vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší na základě dat za rok 2010* [online]. MŽP Praha,. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vymezeni_oblasti/\\$FILE/OOO-OZKO_2010-20120328.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vymezeni_oblasti/$FILE/OOO-OZKO_2010-20120328.pdf)

PIŠÚT, J. - PECIAR, V. - ČERVENKA, M. 1974. *Kľúč na určovanie výtrusných rastlín, III. diel., Lišajníky, mechorasty, paprad'orasty*, Slov. ped. nakladateľstvo, Bratislava, 79 s.

QUITT, E., et al., 1982. *Základy fyzické geografie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1982. 398 s.

ŘEHÁKOVÁ, D., *Stav životního prostředí v jednotlivých krajích České republiky – Liberecký kraj; Cenia PDF*, [online]. Dostupné z: http://www.kraj-lbc.cz/public/ozivpr/stav_Zp_liberecky_kraj_2007web_3b6d203ea2.pdf 4 s.
SMUTNÝ, M., et al., 2007. *Program rozvoje Libereckého kraje 2007 – 2013*.

STONAWSKI, J., 1997. *Základy ekologie*. Praha: Karolinum. 218 s. ISBN 80-7066-736-2

TONINOVÁ, Z., et al., 2008. *Integrovaný plán rozvoje města Liberec - Regenerace sídliště Rochlice* [online]. Vyd. Liberecký kraj. Dostupné z: <http://eia.cenia.cz/sea/koncepce/detail.php?id=LBK003K>

TONINOVÁ, Z., et al., 2008 *Integrovaný plán rozvoje města Liberec - zóna Lidové Sady* [online]. Vyd. Liberecký kraj. Dostupné z: <http://eia.cenia.cz/sea/koncepce/detail.php?id=LBK002K>

WOKOUN, R., et al., 2008. *Regionální rozvoj*. Linde Praha a.s. 475 s. ISBN 80-7201-699-0

Základní listina práv a svobod. V: *Ústava České republiky*. 1992. ISBN 978-80-7208-738-9 (brož.). 2/1993 Sb.

Internetové zdroje:

Portál Českého hydrometeorologického ústavu [online]. [vid. 24. 3. 2012]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html

Integration&Application network [online]. 2012 [vid. 2012-03-14]. Dostupné z: <http://ian.umces.edu/imagelibrary/displayimage-6724.html>

Portál společnosti OLEO CHEMICALS. [online]. 2012 [vid. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://www.oleo-chemical.cz/>

Wikipedia otevřená encyklopedie [online]. 2012 [vid. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Je%C5%A1t%C4%9Bd>

Wikipedia otevřená encyklopedie [online]. 2012 [vid. 2012-03-27]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektr%C3%A1rna_Tur%C3%B3w

Software a data:

ESRI, 2010. ArcGIS [software]. Version 10.1. Redlands: ESRI.

ČÚZK, 2006. Základní báze geografických dat ZABAGED [digitální data ESRI Shapefile].

CENIA, 2011. Podkladová mapa. [webová služba WMS]. [1:10 000]. [vid. 19. 3. 2012].
Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>

Seznam volných příloh

Příloha A: CD s elektronickou verzí bakalářské práce